

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
(UNAN – MANAGUA)**



**CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS
ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)**

**TRABAJO DE TESIS
PARA OPTAR AL GRADO DE
MASTER EN CIENCIAS DEL AGUA**

Título del Trabajo

**ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA Y PELIGRO DE
CONTAMINACION DE LOS POZOS DE ABASTECIMIENTO
PÚBLICO, RÍOS VIEJO Y GRANDE DE MATAGALPA
EN EL VALLE DE SEBACO, MATAGALPA, 2002.**

AUTORA: Lic. Rosa María González Tapia.

DIRECTORES DE TESIS:

MSc. Adela C. Cruz Granja

MSc. Martha Lacayo Romero

ASESOR : MSc. Enoc Castillo

Managua, 02 de Marzo del 2004

**PATROCINADO POR LA RED CENTROAMERICANA PARA
EL MANEJO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (RED CARA)**





Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
(CIRA-UNAN)



Programa de Maestría en Ciencias del Agua

HOJA DE APROBACION

ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE GRADO
No. 3

Acta de Defensa de Tesis de Maestría de la **Lic. Rosa María González Tapia**. Los suscritos integrantes del Tribunal Examinador, nombrados por la Comisión del Programa de Maestría en Ciencias del Agua, reunidos en el aula de Maestría del CIRA/UNAN, en la Ciudad de Managua, República de Nicaragua, a los 02 días del mes de Marzo del año dos mil cuatro, de acuerdo con lo establecido por la ley No. 89 (Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior), y lo establecido en el Título VI del Reglamento de Educación Continua y Estudios de Postgrado de la UNAN/Managua, se organizaron:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| ▪ Ing. Arcadio Choza López | Presidente |
| ▪ Ing. Miguel Balladares Altamirano | Secretario |
| ▪ MSc. Heyddy Calderón Palma | Vocal |

Con el objeto de evaluar en acto de defensa la tesis titulada **Estudio sobre la Calidad del Agua y Riesgos de Contaminación de los Pozos de Abastecimiento Público en el Valle de Sébaco, Matagalpa**, presentada por la Lic. González.

La Lic. González realizó la presentación y defensa del tema, contestando las preguntas formuladas por los miembros del tribunal presente, quienes le otorgan la calificación de APROBADA, con lo cual se dan por concluido los requisitos para que la Lic. Rosa María González T. opte al Título de Maestro en Ciencias. Leída que fue la presente acta, la encontramos conforme, ratificamos y firmamos en la Ciudad de Managua, República de Nicaragua a los DOS días del Mes de MARZO del 2004.

Primero léase las recomendaciones en la siguiente página.

Firman




Ing. Arcadio Choza López
Presidente



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)




Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN)




Programa de Maestría en Ciencias del Agua

Acta de Defensa de Tesis de Grado No. 3, Lic. Rosa María González Tapia


Ing. Miguel A. Balladares A.
Secretario


MSc. Heyddy Calderón Palma
Vocal


Lic. Rosa María González Tapia
Estudiante

Ante mí 
Dra. Katherine Vammen
Coordinadora
Maestría en Ciencias del Agua



Las recomendaciones fundamentales para la graduada son las siguientes:

1. Adecuar el Desarrollo Temático de Vulnerabilidad Hidrogeológica, Peligro Potencial de Contaminación y Riesgos de Contaminación al Procedimiento Metodológico y conceptual con mayor propiedad.
2. Referir la delimitación del área de estudio a la fuente correspondiente, verificar información de INETER. Ampliar comentarios sobre Calidad del Agua superficial, río en relación al estado de la superficie de la cuenca: Deforestación, erosión, usos.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)



Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN)



Programa de Maestría en Ciencias del Agua

Acta de Defensa de Tesis de Grado No. 3, Lic. Rosa María González Tapia

3. Profundizar en la discusión de los aspectos hidrogeológicos relevantes al método de determinación de riesgo de la contaminación. Proporcionar más datos que soporten las suposiciones hechas y den más respaldo a los resultados.



DEDICATORIA

A Dios nuestro señor por que en él encontré la suficiente sabiduría, entendimiento y fortaleza para poder culminar este trabajo de investigación.

A la dulzura y comprensión de mi hija Indira María Sandoval González, a las sinceras oraciones de mi madre Dolores Tapia y a la de mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

A la red Centro Americana para el manejo de los recursos hídricos (RED-CARA) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios, así como del trabajo de investigación.

A la UNAN- Managua por permitirme ingresar en el programa de maestría, así como el apoyo económico brindado por ésta institución.

Al centro para la investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN) por el apoyo científico técnico y logístico.

A mis directoras de tesis: MSc Adela Cruz Granja por su colaboración y orientación incondicional; MSc Martha Lacayo Romero por el apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mí asesor Enoc Castillo por el sincero apoyo y sugerencias brindadas en el avance de este trabajo de investigación.

A la asesoría brindada por la Lic. María José Choza.

Al personal Científico técnico de los departamentos de laboratorio de hidroquímica, micropoluentes y microbiología del CIRA – UNAN por la colaboración en la campaña de muestreo y análisis de las muestras.

A Marcelino Losilla y Clara Agudelo por sus conocimientos brindados para la buena marcha de este estudio.

A los profesores de las universidades de Waterloo y Calgary MSc. David Bethune, MSc. Cathy Ryan, MSc. Jenny Collins, Ph. D. David Rudolph, Ph. D. Nelson Guiger por la enseñanza y conocimientos brindada para el éxito de ésta maestría.

A Jason McCoullough por su colaboración y amistad.

Al personal docente CIRA-UNAN: MSc. Eveling Hooker Offer, MSc. Adela Cruz Granja, MSc Kathia Montenegro, MSc Lorena Pacheco, MSc. Marissa Espinoza, MSc. Luis Moreno, MSc Martha Espinoza, MSc Ninoska Chow, MSc Karla Rivas, MSc Ramón García Galán, Msc Víctor Martínez, MSc Mario Jiménez Ph. D. Jorge Pitty, MSc Salvador Montenegro, MSc. Katia Montenegro y MSc. Francisco Picado.

Al Lic. Francisco Mercado por su valioso apoyo y colaboración.

A las instituciones y personas que brindaron la información necesaria para el desarrollo de este estudio: Instituto nicaragüense de estudios territoriales (INETER), instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados y dirección de acueductos rurales (INAA-DAR) Matagalpa. Ingenieros consultores: República Federal Alemana (GKW Consult), ministerio del ambiente y recursos naturales (MARENA), ministerio agropecuario y forestal (MAG-FOR), asociación nicaragüense de arroceros (ANAR), centro de salud de Sébaco , comunidad indígena de Sébaco.

INDICE DE TABLAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INDICE DE MAPAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INDICE DE FIGURAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INDICE DE GRAFICOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
RESUMEN	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Área de Estudio	3
1.2 Antecedentes / Estudios anteriores	6
1.3 Definición del problema.....	8
1.4 Justificación	10
1.5 Beneficiarios.....	11
1.6 Objetivos	12
1.6.1 <i>Objetivo General</i>	12
1.6.2 <i>Objetivos Específicos</i>	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Composición de las aguas subterráneas	13
2.1.1 <i>Iones fundamentales</i>	13
2.2 Características químicas de iones disueltos en el agua subterránea	14
2.2.1 <i>Aniones y sustancias aniónica</i>	14
2.2.2 <i>Cationes y sustancias catiónicas</i>	16
2.3 Características físicas del agua subterránea	188
2.3.1 <i>Temperatura</i>	188
2.3.2 <i>Conductividad eléctrica</i>	18
2.3.3 <i>Color</i>	18
2.3.4 <i>Sabor</i>	199
2.3.5 <i>Ion hidrógeno (pH)</i>	19
2.3.6 <i>Alcalinidad</i>	19
2.3.7 <i>Acidez</i>	19
2.3.8 <i>Dureza</i>	19
2.3.9 <i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i>	20
2.3.10 <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)</i>	20
2.4 Clasificación de las Aguas.....	20
2.4.1 <i>Según el enlace con las rocas</i>	20
2.4.2 <i>Según la composición química</i>	22
2.4.3 <i>Según el medio por el que circulan</i>	22
2.4.4 <i>Según el origen</i>	23
2.5 Principales causas de contaminación de las aguas.....	23
2.5.1 <i>Fuentes de contaminación</i>	24
2.6 Contaminación de las aguas subterráneas	25
2.6.1 <i>Contaminantes inorgánicos</i>	255
2.6.2 <i>Contaminantes orgánicos</i>	25
2.6.3 <i>Clasificación de los plaguicidas</i>	26
2.7 Vulnerabilidad.....	29
2.8 Zonas de captura.....	30
2.9 Zonas de protección	30
2.10 Peligro de contaminación de las aguas subterráneas.....	30

2.11	Geología	311
3.	METODOLOGÍA	34
3.1	Recopilación de la información	34
3.2	Inventario de las actividades de uso del suelo	35
3.3	Campaña de muestreo	35
3.4	Metodología analítica	37
3.5	Control y aseguramiento de la calidad	400
3.6	Metodología de peligro de contaminación	400
3.7	Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad	411
3.8	Metodología para la determinación de zonas de captura.....	411
3.9	Metodología para la determinación de zonas de protección	411
3.10	Metodología para la determinación de tiempos de tránsitos de las bacterias	422
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	444
4.1	Hidrogeología	444
4.1.1	<i>Características hidrogeológicas</i>	444
4.1.2	<i>Características hidráulicas del acuífero</i>	455
4.1.3	<i>Zonas de captura de los pozos</i>	511
4.1.4	<i>Tiempo de tránsito</i>	522
4.1.5	<i>Zonas de protección</i>	544
4.2	Hidroquímica	577
4.2.1	<i>Calidad hidroquímica</i>	611
4.3.1	<i>Plaguicidas</i>	1022
4.3.2	<i>Metales Pesados</i>	1267
4.4	Peligro de contaminación por plaguicidas en el acuífero del Valle de Sebaco	1356
4.4.1	<i>Comparación de los plaguicidas aplicados</i>	1366
4.5	Carga Contaminante	1488
4.5.1	<i>Identificación de las fuentes contaminantes</i>	1488
4.5.2	<i>Descripción de las fuentes contaminantes</i>	1522
4.5.3	<i>Cantidades y técnicas de aplicación de los plaguicidas</i>	157
4.5.4	<i>Actividades agrícolas</i>	1577
4.5.5	<i>Actividades Ganaderas</i>	1611
4.5.6	<i>Aeródromos</i>	1611
4.5.7	<i>Actividades industriales</i>	1622
4.5.8	<i>Textilera</i>	1622
4.5.9	<i>Actividades Alimenticias</i>	1633
4.5.10	<i>Actividades Agroindustriales</i>	164
4.5.11	<i>Priorización de las fuentes contaminantes</i>	164
4.5.12	<i>Caracterización de fuentes contaminantes</i>	170
4.6	Vulnerabilidad Natural del Acuífero Ante El Peligro Potencial de Contaminacion	175
4.6.1	<i>Estimación de la vulnerabilidad hidrogeológica</i>	175
4.6.2	<i>Método DI.OS</i>	175
4.6.3	<i>Ocurrencia del acuífero (O)</i>	175
4.6.4	<i>Profundidad al agua subterránea (DI)</i>	176
4.6.5	<i>Substrato litológico (S)</i>	178
4.6.6	<i>Escenarios hidrogeológicos:</i>	180
4.6.7	<i>Vulnerabilidad</i>	181

4.6.8	<i>Peligro de contaminación y zonas de protección de pozos municipales</i>	185
4.6.9	<i>Zonas de protección de pozos de abastecimiento público.....</i>	191
5.	CONCLUSIONES	193
	RECOMENDACIONES.....	195
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196

ANEXOS

- Anexo 1.** Resultados de análisis físico-químicos de períodos anteriores.
- Anexo 2.** Mapa de Iso concentraciones de Nitratos, Conductividades eléctricas, Hidroquímica y Hierro del período 1987-2000.
- Anexo 3.** Normas Internacionales para evaluar la calidad del agua.
- Anexo 4.** Guía de encuestas a instituciones.
- Anexo 5.** Método pruebas de bombeo
- Anexo 6.** Guías Canadienses ABC

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de zonas de captura (X_o) ancho de las zonas de captura (f), transmisividad (T), caudal (Q) y gradiente hidráulico natural (α) de los pozos de abastecimiento público del Valle de Sébaco.....	52
Tabla 2 – Mediciones de los parámetros para el cálculo del tiempo de tránsito de las bacterias en la zona no saturada y saturada.....	53
Tabla 3 Valores de los radios de protección de pozos municipales perforados y excavados del Valle de Sébaco.	55
Tabla 4. Resultados de las relaciones iónicas en pozos perforados y excavados. ..	65
Tabla 5. Resultados de las relaciones iónicas en los ríos Viejo y Grande Matagalpa.	65
Tabla 6 Resultados de los análisis físico-químicos de los pozos del Valle de Sébaco	67
Tabla 7 - Resultados analíticos físico-químicos del río Grande de Matagalpa.	68
Tabla 8 - Resultados analíticos físicos químicos del Río Viejo.....	69
Tabla 9 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos en pozos perforados y excavados.....	78
Tabla 10 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos en el río Grande de Matagalpa.....	79
Tabla 11 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos en el río Viejo.....	84
Tabla 12 – Resultados de los análisis bacteriológicos en los pozos del Valle de Sébaco.	96
Tabla 13 Solubilidad en el agua (S), coeficiente de partición octanol/agua (k_{ow}) y presión de vapor (Pa) de algunos compuestos organoclorados.	107
Tabla 14 Concentraciones de plaguicidas organoclorados en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa, Valle de Sébaco, expresados en $ng\ l^{-1}$	107
Tabla 15– Plaguicidas organoclorados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco, expresado en $ng\ l^{-1}$	112
Tabla 16 - Resultados analíticos de plaguicidas organofosforados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco, expresados en $ng\ l^{-1}$	119
Tabla 17 - Concentraciones de plaguicidas carbamatos en agua del río Grande de Matagalpa, expresadas en $\mu g\ l^{-1}$	121
Tabla 18 - Concentraciones de plaguicidas carbamatos detectados en agua en el río Viejo, expresados en $\mu g\ l^{-1}$	122
Tabla 19. Concentraciones de plaguicidas carbamatos en pozos (excavados y perforados), expresados en $\mu g\ l^{-1}$ (ppb).	124
Tabla 20 - Resultados de análisis de metales pesados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco expresados en $\mu g\ l^{-1}$	131
Tabla 21 - Concentraciones de metales pesados en agua y sedimento del Valle de Sébaco, expresados $\mu g\ l^{-1}$ y $ng\ g^{-1}$ respectivamente.	134
Tabla 22 – Resumen de las características de los plaguicidas utilizados en el que indican movilidad y persistencia Valle de Sébaco.....	140
Tabla 23-Clasificación de la movilidad en el suelo.....	146
Tabla 24- Clasificación de la persistencia en el suelo.....	147

Tabla 25 - Clasificación de la toxicidad	147
Tabla 26 - Principales fuentes de contaminación identificadas en el acuífero del Valle de Sébaco.....	149
Tabla 27- Cantidad promedio de plaguicidas y fertilizantes aplicados en kg/ha/año principalmente en los cultivos de arroz y hortalizas en el Valle de Sébaco 2002.	159
Tabla 28 Resultados de priorización según peligro potencial de contaminación...	168
Tabla 29 Resultados de priorización por actividad según peligro potencial de contaminación.....	168
Tabla 30 Matriz para la evaluación de la vulnerabilidad hidrogeológica, según el método DI.OS aplicado al acuífero del Valle de Sébaco.	178
Tabla 31. Escenarios hidrogeológicos del área de estudio y análisis de los tres parámetros del sistema (DIOS) y el índice de vulnerabilidad (IV).	180
Tabla 32 Matriz para la evaluación del peligro potencial de contaminación.....	185
Tabla 33 Peligro potencial de contaminación del acuífero según peligro por actividad contaminante y vulnerabilidad.....	186

INDICE DE MAPAS

Mapa 1- Área de estudio, cuenca del Valle de Sébaco, 2002.....	5
Mapa 2 Geología del Valle de Sébaco.....	33
Mapa 3 - Puntos de muestreo Valle de Sébaco, 2002.....	39
Mapa 4 - Isofreáticas del Valle de Sébaco,2002	48
Mapa 5 Zonas de captura y radios de protección de los pozos de abastecimiento Público del Valle de Sébaco, 2002.....	56
Mapa 6-Tipo hidroquímico del Valle de Sébaco, 2002.....	59
Mapa 7 Iso-concentraciones de hierro Valle de Sébaco, Julio, 2002.....	72
Mapa 8 – Iso-concentraciones de nitrato, Valle de Sébaco 2002	75
Mapa 9- Isovalores de pH en los pozos y ríos del Valle de Sébaco 2002.	82
Mapa 10 Distribución espacial de plaguicidas en el Valle de Sébaco, 2002	127
Mapa 11-Peligro de contaminación según uso actual de la tierra, Valle de Sébaco 2002.	160
Mapa 12 Carga contaminante Valle de Sébaco, 2002.	174
Mapa 13 Profundidad del nivel del agua, Valle de Sébaco 2002	177
Mapa 14 Clasificación de la litología Valle de Sébaco, 2002	179
Mapa 15 Vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Valle de Sébaco,2002.....	183
Mapa 16 Peligro de contaminación según carga contaminante y vulnerabilidad	190
Mapa 17 Peligro de contaminación y zonas de captura de los pozos de abastecimiento público Valle de Sébaco, 2002.	192

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Perfil longitudinal del Valle de Sébaco, 2002.....	49
Figura 2- Perfil transversal del Valle de Sébaco, 2002.....	50
Figura 3 – Indice de relación de absorción de sodio (RAS)	101

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Piper Tipo Hidroquímico ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$; $\text{HCO}_3\text{-Na}$; $\text{HCO}_3\text{-Mg}$) de los pozos perforados y excavados de abastecimiento público del Valle de Sébaco, Julio 2002.	60
Gráfico 2: Diagrama de Piper, tipo hidroquímico ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$; $\text{HCO}_3\text{-Na}$; $\text{HCO}_3\text{-Mg}$; $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$ de los pozos perforados y excavados del Valle Sébaco, 1987-2000.	60
Gráfico 3: Diagrama de Piper, Tipo hidroquímico ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa - Valle de Sébaco, Julio 2002.....	61
Gráfico 4: Resultado de análisis bacteriológico en el río Viejo.....	97
Gráfico 5: Resultado de análisis bacteriológico en el río Grande de Matagalpa.....	98
Gráfico 6: Porcentajes de plaguicidas organoclorados detectados en el río Grande de Matagalpa, Valle de Sébaco, 2002.	106
Gráfico 7: Concentraciones de plaguicidas organofosforados vs profundidad de los pozos municipales del Valle de Sébaco, 2002.....	117
Gráfico 8: Concentraciones de plaguicidas carbamatos vs profundidad de los pozos municipales (excavados y perforados) del Valle de Sébaco, 2002.	125
Gráfico 9: Concentraciones plomo y arsénico en sedimento de los ríos Viejo y Grande Matagalpa.....	135
Gráfico 9: Concentraciones plomo y arsénico en agua de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa.....	135
Gráfico 11: Priorización de fuentes contaminantes en el Valle de Sébaco	167
Gráfico 12: Caracterización de las fuentes contaminantes	169
Gráfico 13: Matriz para la evaluación del índice de vulnerabilidad del acuífero.....	184

LISTA DE ABREVIATURAS

INEC	Instituto nicaragüense de estadísticas y censos.
KGW-CONSULT	Agua potable-alcantarillado-saneamiento. Ingenieros consultores, República Federal de Alemania.
PARH	Plan de acción de los recursos hídricos.
INETER	Instituto nicaragüense de estudios territoriales.
CAPRE	Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.
INAA	Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.
ENACAL	Empresa nacional de acueductos y alcantarillados sanitarios.
INE	Instituto nicaragüense de electricidad
OMS	Organización mundial de la salud
MARENA	Ministerio del ambiente y recursos naturales
MMC	Millones de métricos cúbicos
OPS	Organización panamericana de la salud
CEPIS	centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente
RAS	Relación de adsorción de sodio

INTA	Instituto nicaragüense de tecnología agropecuaria
DGTA	Dirección general de tecnología agropecuaria del ministerio de agricultura y ganadería.
SUWAR	Sustainable use of water resources (uso sostenible de los recursos hídricos).
EPA	Environmental protection agency (Agencia de protección ambiental) de los estados unidos de norte américa.
CIRA	Centro para la investigación en recursos acuáticos de Nicaragua.
UNAN	Universidad nacional autónoma de Nicaragua.
WHO	World Health Organization

RESUMEN

En este trabajo de investigación se estudió la calidad del agua en nueve pozos de consumo humano, dos pozos para riego y en las aguas superficiales de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad del agua en pozos de abastecimiento público aguas superficiales y peligro de contaminación en el Valle de Sébaco, departamento de Matagalpa. En este trabajo se estudiaron los principales aspectos de hidrogeología, hidroquímica, compuestos orgánicos e inorgánicos, peligro de contaminación por plaguicidas, carga contaminante, vulnerabilidad natural del acuífero y el peligro potencial de contaminación.

Se seleccionaron un total de 11 pozos (PE-73, PP-S1, PP-7, PP-19, PE-58, PP-42, PP-95, PE-83, PP-12, PP-INAA, PP-RN2); de éstos, 9 están siendo utilizados para consumo humano y 2 son utilizados para irrigación de los cultivos de arroz y hortalizas. Los pozos se encuentran ubicados en los municipios de Sébaco, San Isidro y Ciudad Darío. Las comunidades donde se localizan los pozos son: Los Cardones (1), Chaguitillo (2), Las Conchitas (1), Hacienda San Benito (1), Río Nuevo N°2 (1). En San Isidro se encuentran las comunidades de La Majadita (1) y La Lagunita (1). En Ciudad Darío están las comunidades de Sabana Verde “El Recreo” (1), Las Tunas (1) y Santa Isabel (1).

Los niveles de agua subterránea se encontraron entre 6,2 a 47,0 m dentro del área del área de estudio. El tipo hidroquímico del agua resultado de este estudio fue bicarbonatada cálcica la cual está relacionada con aguas de zona de recarga. En los pozos PP-19 y PE-58 las concentraciones de hierro fueron de 0,42 y 1,41 mg l⁻¹ respectivamente, en el río Grande de Matagalpa las concentraciones variaron de 2,8 a 5,9 mg l⁻¹, mientras que en el río Viejo estuvieron entre 2,9 a 4,2 mg l⁻¹, estas concentraciones se encuentran por encima de la norma (0,3 mg l⁻¹). Los pozos PP-42 y PP-95 registraron los valores más altos de temperatura (32 °C), así mismo las conductividades eléctricas fueron las mayores (1 148 y 1 039

$\mu\text{s cm}^{-1}$) lo que a su vez se encuentra en correspondencia con las concentraciones más altas de sólidos totales disueltos (771 y 682 mg l^{-1} respectivamente). Los valores de pH medidos en los pozos estuvieron entre 6,9 y 7,8. En el río Viejo el pH varió entre 7,8 a 8,1 y en el río Grande de Matagalpa entre 8,1 y 8,3 unidades de pH.

Los valores de turbidez registrados en los pozos (municipales y de riego) estuvieron en un rango de 0,24 a 26,40. Los pozos municipales presentaron valores de turbidez entre 0,24 y 4,35 UNT. El pozo PE-58 utilizado para riego presentó el valor más alto (26,40 UNT); el valor máximo de turbidez es de 5.00 UNT. En los ríos Viejo y Grande de Matagalpa estos valores estuvieron entre 71,80 a 84,4 y 55 a 103 respectivamente. El color medido en los pozos y los ríos Viejo y Grande de Matagalpa estuvieron entre 5 a 25 mg l^{-1} Pt- Co, 80 a 100 mg l^{-1} y < 5,0 a 60 mg l^{-1} respectivamente.

Las concentraciones de ortofosfato detectadas en los pozos perforados y excavados estuvieron entre <0,005 y 1,34 mg l^{-1} . La mayor concentración la presentó el pozo PE-58. Por el contrario las menores concentraciones correspondieron a los pozos PP-S1, PP-7, PP-42, PP-95. Las concentraciones de amonio estuvieron en un rango <0,005 a 0,47 mg l^{-1} . Los rangos de amonio esperados en aguas no contaminadas varían desde 0,0 a 5,0 mg l^{-1} , al igual que en los ríos las concentraciones de nitrógeno en forma de nitrato resultaron mayores que las concentraciones de nitrógeno en forma de amonio.

Los resultados de nutrientes en el río Viejo alcanzaron concentraciones de nitrato de 1,8 a 1,9 mg l^{-1} ; amonio <0,005 mg l^{-1} ; nitrito 0,019 a 0,050 mg l^{-1} ; fósforo total 0,137 a 0,180 mg l^{-1} ; fósforo total disuelto 0,081 a 0,112 mg l^{-1} ; ortofosfato 0,078 a 0,084 mg l^{-1} . Mientras que en el río Grande de Matagalpa las concentraciones estuvieron ligeramente mayores (nitrato 3,26 a 3,67 mg l^{-1} ; amonio <0,005 a 0,077 mg l^{-1} ; nitrito 0,034 a 0,087 mg l^{-1} ; fósforo total disuelto 0,179 a 0,209 mg l^{-1} ; fósforo total 0,224 a 0,285 mg l^{-1} ; ortofosfato 0,146 a 0,170 mg l^{-1}).

Los valores de DBO_5 y DQO medidos en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa estuvieron por debajo de los límites establecidos en el Decreto 33-95, por lo tanto en cuanto a estos parámetros las aguas de los ríos pueden ser utilizadas para riego en los diferentes cultivos de la zona de estudio.

Los pozos que presentaron mayor contaminación bacteriológica fueron PE – 73, PE-58 y PE-83 con valores de coliformes totales por encima de 1 100 hasta 5 000 NMP/100 ml, coliformes termotolerantes entre 5 000 a 30 000 NMP/100 ml y E. Coli desde 30,0 a 1 100 NMP/100 ml. La zona alta del río viejo presentó las concentraciones más altas de coliformes totales, coliformes termotolerante y E. Coli. Por otro lado la zona media 1 del río Grande de Matagalpa presentó concentraciones de coliformes totales y termotolerantes de 500 000 NMP/100 ml y E. Coli 28 000 NMP/100 ml.

Los plaguicidas organoclorados detectados en los pozos y ríos del Valle de Sébaco fueron: alfa y beta endosulfano, lindano, dieldrin, endrín, pp- DDE, pp- DDD y heptacloro – epóxido. Los plaguicidas organofosforados detectados: fention etil-paration y diazinon. Los plaguicidas carbamatos encontrados: metomil, aldicarb, aldicarb sulfon, carbofuran y carbaryl.

Las concentraciones de plaguicidas organoclorados detectadas en los 11 pozos variaron entre 0,20 a 1 746,42 ng l^{-1} . El endosulfano fue detectado en varios pozos (PE-58, PP-42, PP-95, PE-83, PP-RN2, PP-S1). El pozo PE-58 presentó la mayor concentración de beta-endosulfano (1 746 ng l^{-1}).

El organofosforado etil-paration presentó una mayor dispersión, detectándose en 4 de los 11 pozos seleccionados y alcanzó una concentración máxima de 16 385,87 ng l^{-1} en el pozo PE-58. El fention mostró una menor dispersión detectándose en 3 pozos (PP-S1, PP-INAA y PP-RN2). Las concentraciones de fention variaron entre 1163,22 a 1640,84 ng l^{-1} , la mayor concentración fue detectada en el PP-S1; mientras que el diazinon estuvo presente en 1 pozo (PE-58) con una concentración de 1503,88 ng l^{-1} . Las concentraciones detectadas de

organofosforados en agua estuvieron por encima de los valores guías de calidad de agua (100 ng l^{-1}).

Las concentraciones de carbamatos variaron entre $19,0$ y $1\,124,68 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$. El pozo PE-58 presentó mayor variedad de plaguicidas: metomil ($945,11 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$), carbofuran ($431,65 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$), aldicarb ($278,03 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$), aldicarb sulfon ($19,13 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$) y carbaril ($106,03 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$). Los pozos PP-95, PP-RN2, PE-73 y PP-19 presentaron menor presencia de plaguicidas. El PP-95 es utilizado para abastecimiento de la población de la comunidad La Lagunita.

El PP-RN2 está ubicado en la comunidad de Río Nuevo N°2 y abastece una población de 178 hab. El PE-73, ubicado en la comunidad Los Cardones cubre una población de 200 hab. El PP-19 localizado en Las Conchitas abastece a 134 pobladores.

Los metales pesados estudiados en agua y sedimento fueron plomo, arsénico y cromo. El arsénico fue detectado en todos los pozos estudiados, las concentraciones variaron entre $1,42$ y $10,80 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$, las concentraciones más altas correspondieron a los pozos PP-42 y PP-95 ($9,21$ y $10,80 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$), sobrepasando los valores guías de las normas CAPRE. En el agua subterránea el plomo total fue detectado en los 11 pozos estudiados. Las concentraciones variaron desde <1 hasta $12,57 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ (PP-S1; PP-12; PP-RN2 y PE-83). El valor máximo de plomo permisible de las Normas CAPRE ($10 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$).

En el río Grande de Matagalpa se detectó la presencia de arsénico en agua únicamente en la zona baja cuya concentración fue de $1,56 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ y en sedimentos fue detectado en todas las muestras variando desde $0,46$ a $1,07 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. El plomo en los sedimentos del mismo río fue detectado en el 100% de las muestras analizadas, las concentraciones variaron entre $3,25$ y $10,89 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. No fue detectado plomo en el agua del río Viejo; en los sedimentos el plomo se detectó en los tres puntos de muestreo variando desde $6,20$ a $7,93 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$. El valor guía de plomo en los sedimentos de agua dulce para la protección de la vida acuática es

de 35 mg kg^{-1} . En el río Zanjón Negro se detectó cromo total en sedimentos en un rango 8, 12 a $13,54 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$).

Se inventariaron 121 fuentes de contaminación siendo el 84% de alta prioridad, 11% de moderada prioridad y 5% de baja prioridad. La vulnerabilidad hidrogeológica quedó determinada como alta, moderada y baja. peligro de contaminación quedó constituido como alto, moderado y bajo, ubicándose la mayoría de los pozos en zonas de alto peligro de contaminación a excepción del pozo PE-83, el cual se localiza en un área de baja vulnerabilidad.

De lo anterior podemos decir que el agua subterránea del acuífero del Valle de Sébaco utilizada para consumo humano está siendo impactada por las actividades del uso del suelo e industriales de forma negativa. Se prevee que el peligro de contaminación podría incrementarse debido a la vulnerabilidad del acuífero y la falta de políticas de protección y uso racional del recurso.

1. INTRODUCCIÓN

La llanura de Sébaco se encuentra a 100 km de la ciudad de Managua, está ubicada entre las coordenadas 12° 15' a 12° 46' latitud norte y 86° 05' longitud oeste.

El Valle de Sébaco cuenta con una extensión territorial de 289,81 km² en el año 2000 la población total del municipio ascendió, según proyecciones de INEC a 28 714 habitantes con una densidad poblacional 101,8 hab/km². La población se distribuye de la siguiente manera: 21 694 habitantes residen en zonas urbanas (76%) y 7 020 habitantes residen zonas rurales (24%) (INEC, 1995).

En el municipio de Sébaco existen 29 comunidades rurales con una población aproximadamente de 10 000 habitantes, la mayoría de estos poblados carecen de los servicios básicos de agua potable, abasteciéndose de pozos perforados comunales, pozos perforados para riego o pozos excavados contruidos en los patios de las casas. El servicio de saneamiento básico en éstas comunidades se efectúa de forma individual. El incremento de la población rural se produce a raíz de la extensión del cultivo del arroz y hortalizas en la zona.

El Valle de Sébaco está constituido por una depresión tectónica rodeado por bloques levantados. En ésta depresión así formada se ha acumulado materiales aluviales provenientes de la erosión de las serranías circundantes. Recibe dos fuentes de agua las que provienen de las cuencas hidrográficas del río Viejo y la cuenca del río Grande de Matagalpa.

La cuenca del río Viejo tiene un área aproximada de 1 520 km² y nace en la cadena montañosa de Jinotega – Estelí, cruza el Valle de Sébaco y luego corta la meseta de Totumbra para verter finalmente sus aguas en el Lago de Managua, después de un recorrido de 168 kilómetros y descender desde los 1 670 msnm cerca de San Rafael Norte, hasta el nivel del Lago de Managua a 39 msnm en forma escalonada.

Esta cuenca presenta sitios idóneos para la generación hidroeléctrica, los suelos de éste Valle son fértiles y propician la agricultura (riego), actividades industriales, ganaderas, asentamientos poblacionales y otros; las que en su generalidad hacen uso de los recursos hídricos (superficiales y subterráneos) que cuenta la zona, (PARH, 1998).

En el nor-este del Valle de Sébaco ha sido construido un campo de nueve pozos destinados al abastecimiento de agua potable de la ciudad de Matagalpa. El campo de pozos se encuentra ubicado al norte del masivo montañoso norteño, al sur con la línea Este – Oeste a la altura de la entrada del río Grande de Matagalpa en el Valle de Sébaco; al Este con el masivo montañoso del Este y al Oeste con el río Viejo (KGW, 2001).

Esta ubicación del campo de pozos se seleccionó procurando un buen aprovechamiento en una o eventualmente dos líneas de pozos en paralelo a las isobatas y a una distancia prudente de los pozos existentes para evitar interferencias. Al norte del campo de pozos previstos se construyeron tres pozos de observación para controlar la explotación (KGW Consult, 1998).

Los nueve pozos están distribuidos en un área de aproximadamente 8 km² con un caudal de 55 m³ /h cada uno (15,3 l / s), representan una producción anual para el año 2005 de 2,4 millones de m³, ésta producción corresponde solamente a un 44% de la recarga anual en esta zona (KGW Consult, 1998).

Según datos obtenidos (KGW, 1998; Plata, 1998; INETER, 1960-2000), el estudio sobre la calidad del agua y los peligros de contaminación de los pozos de abastecimiento público en el Valle de Sébaco no existe, es por ello que se desea profundizar en el conocimiento sobre la constante amenaza de diversos contaminantes al acuífero con una aproximación que refleje la realidad.

1.1 Área de Estudio

El área seleccionada para el presente estudio tiene una extensión de 160 km² abarcando el 71,1% del área total del valle, en la que se encuentran los municipios de San Isidro, parte de Sébaco y Ciudad Darío (mapa 1).

El Valle de Sébaco está constituido de un relleno aluvial el cual se divide en tres unidades diferentes: Unidad inferior (arcillas compactas de 40 y 70 m de espesor), Unidad intermedia (cantos rodados mezclados con arenas gruesas y limos arenosos de 40 y 80 m) y la Unidad Superior (arcillas y limos –arcillosos de unos 25 m).

El espesor de las capas permeables tienen al noroeste de Sébaco el mayor nivel de 57 m, le sigue la ubicada al occidente del Valle, llamada escombros de falda, continúa la zona central menor de 40 m, disminuyendo hacia el sur del valle en dirección a Darío y finalizando en una pobre continuidad de los estratos permeables.

De acuerdo al inventario de pozos realizado en los meses de Febrero y Marzo del año 2002, en la zona de estudio del Valle de Sébaco existen aproximadamente 260 pozos en total, de los cuales se localizan 90 pozos excavados y 170 pozos perforados; cuya explotación tiene diferentes usos entre ellos están: agrícola (irrigación), potable, industrial y pecuario.

Del total de pozos (260) existentes en la zona de estudio se seleccionó una muestra representativa de los pozos de abastecimiento público (11 pozos), de los cuales 3 son excavados y 8 son perforados. De estos 11 pozos, 9 son utilizados para consumo humano y 2 son para irrigación de cultivos de arroz y hortalizas.

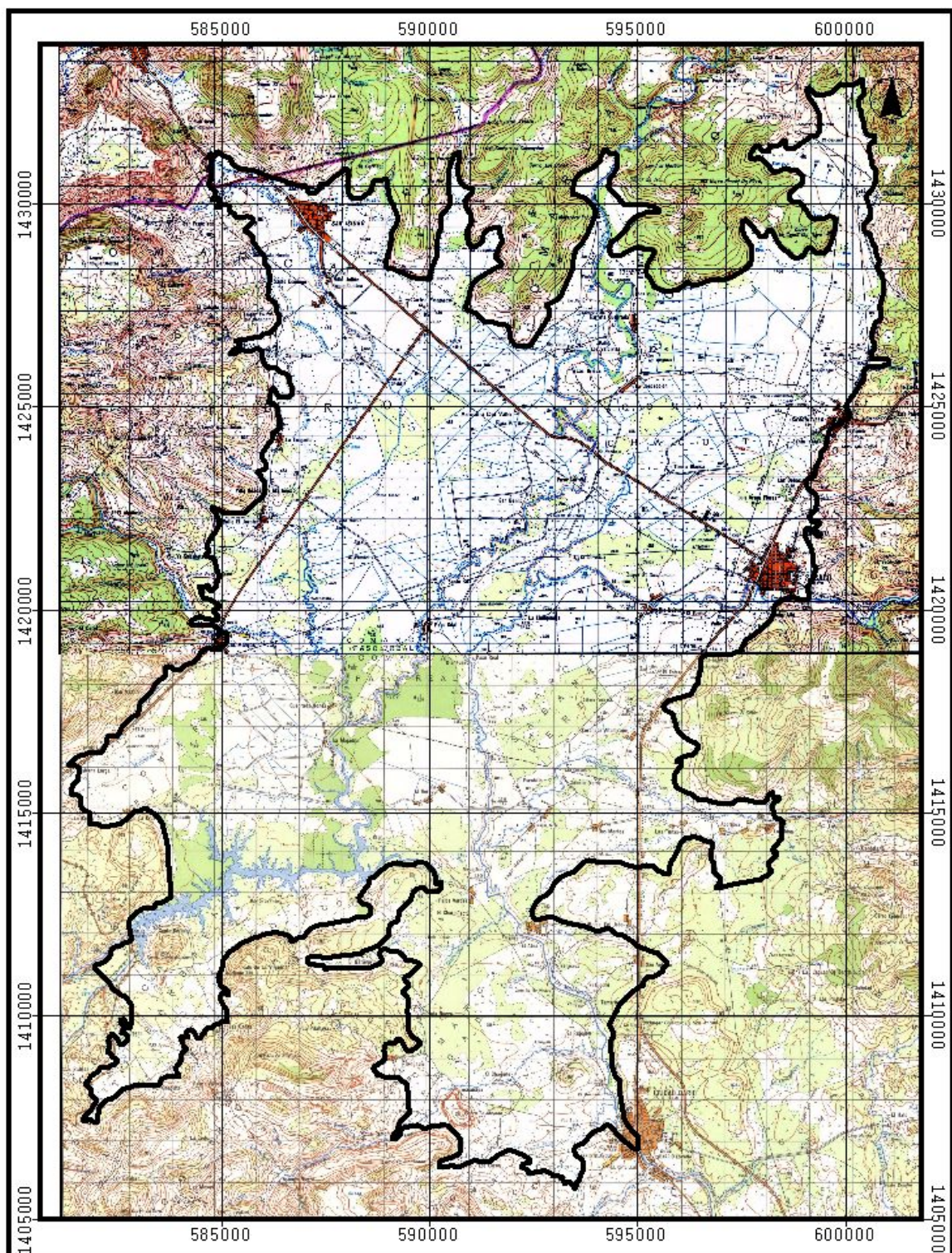
En el municipio de Sébaco se encuentran ubicados 6 pozos de los 11 seleccionados en este estudio, distribuidos de la siguiente forma: 2 en la comunidad de Chaguitillo; 1 en la comunidad Los Cardones; 1 en la Comunidad Las Conchitas, 1 en la hacienda San Benito, 1 en la Comunidad de Río Nuevo N° 2. En el municipio de San Isidro se localizan 2 pozos distribuidos en las siguientes

comunidades: 1 en la comunidad de La Majadita y 1 en la comunidad de La Lagunita. En el municipio de Ciudad Darío se encuentran 3 pozos, distribuidos de la siguiente forma: 1 en la comunidad de Sabana Verde; 1 en la comunidad Las Tunas y 1 en la comunidad Santa Isabel.

Además se seleccionaron 4 puntos de muestreo en el río Grande de Matagalpa, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: Zona alta ubicada en el puente “Las Calabazas” a 3 km antes del poblado de Sébaco. La zona media 1 ubicada en el poblado “El Limón” aproximadamente a 2 km después del poblado de Sébaco. La zona media 2 ubicada a 1 km después del poblado “El Limón” en el sitio conocido como “La Chimpinilla” y la zona baja ubicada después del poblado de Ciudad Darío conocido como “San Luis”.

En el río Viejo se seleccionaron tres puntos de muestreo ubicados de la siguiente manera: Zona alta ubicada en el poblado “Las tunas”, la zona media ubicada en el poblado río Nuevo N°1 y la zona baja ubicada en la comunidad “La Majadita”.

En el río Zanjón Negro se seleccionaron dos puntos de muestreo los cuales se nombraron y distribuyeron de la siguiente forma: Zanjón Negro N°1 ubicado en el sitio conocido como puente Zanjón Negro y Zanjón Negro N°2 localizado a aproximadamente a 3 km del primer punto de muestreo. Las coordenadas se encuentran en el mapa 1 y la ubicación de cada punto de muestreo se localizan en el mapa 2.



Mapa 1- Área de estudio, cuenca del Valle de Sébaco, 2002.

1.2 Antecedentes / Estudios anteriores

En el valle de Sébaco hasta el momento los principales usuarios del agua son: la hidroeléctrica “Presa Santa Bárbara”, los agricultores (riego), ganaderos y los consumidores de agua potable; de estos los de mayor demanda son las actividades agropecuarias así por ejemplo, el principal cultivo de riego es el arroz, el cual es un usuario intensivo del agua particularmente en la fase inicial de preparación de la tierra, la que como práctica común, se inunda a varias pulgadas de profundidad PARH (1998).

Estudios correspondientes al Valle de Sébaco realizados por el PARH (1998) los principales aspectos que sobresalen en cuanto a la situación ambiental son los siguientes:

En lo relacionado a la calidad del agua el problema prioritario identificado es la contaminación de las aguas. Aunque en este estudio no se indican los factores específicos que influyen en la contaminación.

Insuficiencia crónica y calidad deficiente del agua para el consumo humano en la práctica significa: racionamiento, falta de agua o agua inadecuada. Esta situación es más aguda en los barrios marginales y en las comunidades rurales.

- Disminución de la disponibilidad del agua para los procesos agroindustriales. En términos climáticos se estima que las precipitaciones pluviales han cambiado el regimen de distribución de la lámina de agua caída por mes, impactando negativamente en la producción agrícola.

Entre las principales causas que afectan la calidad del recurso se mencionan las siguientes:

- Como causa fundamental de la pérdida de la calidad del agua, se identificó la contaminación por agroquímicos y desechos agrícolas (35,19%), seguida de la contaminación por aguas negras y fecalismo (11,1%). La falta de conciencia y las pautas culturales inadecuadas son consideradas

también como causas importantes del deterioro igual que la disposición inadecuada de basura.

- Muchos de los químicos que se están utilizando provocan contaminación al suelo y su degradación es lenta; así mismo se contaminan, como es de esperar, las fuentes de agua, especialmente las superficiales y subterráneas. Unido a la causa anterior se tiene el efecto directo que estos productos ocasionan sobre las mismas hortalizas y más fuerte aún la afectación que resulta a la salud de las personas encargadas de manipular y aplicar los productos (PARH, 1998).
- En cuanto al problema de salud que más sufre la población del valle de Sébaco, es la intoxicación debido a la aplicación de grandes cantidades de productos químicos (fertilizantes, insecticidas y herbicidas) en la agricultura (ej.: cultivos de arroz, café y hortalizas), tales como: *Tamaron*, *Lorsban*, *Lannate*, *Furadan*, *Decis*, *Fusilade*, *Rand up*, *Gold Crest C-100*, *Endosulfano*, *Gramoxone*, *Esatopic* y *Toxafeno* entre otros; los cuales pertenecen a la familia de los organoclorados carbamatos, organofosforados y piretroides.
- La contaminación por agroquímicos es evidente debido al mal manejo y uso de plaguicidas de la llamada “docena sucia”.
- En el Valle de Sébaco, La producción agropecuaria se asocia a la deforestación debido a las prácticas de descombre, despale y quema del bosque que son comunes a la cultura productiva del sector. Otros patrones negativos de este grupo social son: pobre uso de tecnologías de tratamiento de efluentes y de plagas, falta de valoración del recurso, conceptos insuficientes de ahorro en la producción, falta de conciencia ambiental y social y poco conocimiento de la magnitud del problema.

El deterioro más evidente hasta el momento en la calidad del agua subterránea se deriva del alto contenido de nitrato reportado en estudios anteriores (PARH, 1998), el cual podría tener varios orígenes, entre los cuales están: el aporte debido al deficiente tratamiento de las aguas residuales provenientes de la ciudad de

Matagalpa, debido a la cercanía de la zona ganadera y el campo de pozos ó bien por el aporte rural de la zona debido al uso excesivo de fertilizantes en el suelo a partir de compuestos nitrogenados.

Actualmente otro factor importante de peligro de contaminación de las aguas subterráneas del Valle de Sébaco son las aguas residuales de la industria Textilera PRESITEX – Sébaco, instalada desde el año 1999, estas aguas son depositadas en un sitio denominado “Zanjón Negro”, sin ningún tratamiento previo.

En el estudio de Plata (1998) se relacionan las condiciones hidroquímicas con los factores de peligro de la calidad de agua en el Valle de Sébaco. La temperatura del agua subterránea se mantuvo más o menos constante en un valor promedio del orden de 27 °C y en los datos de conductividad del agua se observa la existencia de diversos focos con aguas más salinizadas, ubicándose el primer foco próximo a la población de Sébaco y el segundo se sitúa al sur de San Isidro.

Del mismo estudio (Plata, 1998) extraemos un dato interesante con relación a los análisis realizados en muestras de agua, provenientes de los pozos del acuífero aluvial situados en las calizas cercanas a Ciudad Darío, que revelan características correspondientes a aguas bicarbonatadas (cálcicas-magnésicas) y aguas de materiales calcáreos concernientes a aguas salinas (NaCl).

1.3 Definición del problema

En este estudio se pretende comprender las dimensiones del proceso que está ocurriendo sobre el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas y la influencia que podrían tener las aguas superficiales en el Valle de Sébaco, debido a la alta percepción de peligros potenciales de contaminación

Por otro lado, una práctica común en el ámbito nacional es la de limpiar el suelo para las siembras por medio de las quemas. Al faltar la vegetación se reduce la retención de agua por la flora y la recarga por el subsuelo, se aumentan los caudales máximos y se reducen los caudales base promedios.

La carga mayor a corto plazo aumenta la erosión del suelo provocando que el bosque no vuelva a crecer o que se recupere muy lentamente. A su vez la erosión puede afectar el micro clima y la precipitación en el área. Es decir se presenta una deforestación acelerada, la expansión de la frontera agrícola, el uso de la tierra para la ganadería, la erosión de la tierra debido a un deficiente manejo de los suelos así como la progresiva contaminación de los suelos producto del uso indiscriminado de agroquímicos, probablemente ha provocado el deterioro continuo de la calidad de las aguas superficiales y como consecuencia deterioro de la calidad de las aguas subterráneas del Valle de Sébaco.

Los efectos que se tienen en el abastecimiento de agua son la afluencia por muchas aguas turbias debido a la erosión de los suelos hacia los ríos en la época de invierno, con transporte de sedimentos suspendidos los cuales arrastran contaminantes orgánicos e inorgánicos. Mientras que en el verano, los ríos contienen poca agua o se secan por falta de flujo base; además las quemas representan un peligro de contaminación por el material quemado y el humo a través de la lluvia ácida y la descarga superficial.

De igual forma otros agentes contaminantes son las aguas residuales tratadas deficientemente de las lagunas de oxidación de la ciudad de Matagalpa las que están contaminadas por coliformes fecales, gérmenes patógenos y huevos de helmintos, siendo descargadas directamente al río Grande de Matagalpa, incrementando de esta forma la contaminación tanto del río como a la superficie del suelo por medio del bombeo del agua para el riego.

De todo lo anterior, se desprende que el acuífero en estudio presenta un peligro a niveles no determinados de contaminación soportados por cada una de las características antes mencionadas, que definen al fenómeno, como un objeto vulnerable ante cada una de las actividades que en sus entornos naturales y antropogénicos se presentan, conllevando a un deterioro cada vez mayor en cuanto a la calidad del recurso hídrico existente en esta región.

1.4 Justificación

En Agosto de 1996 la ciudad de Matagalpa contaba con una población total de 69 970 habitantes (KGW CONSULT, 1998). En el año 2000 la población aumentó a 104 381 (INEC, 2002), es decir un 49,17% durante este período lo que significaría 12,3% anual. La ciudad afronta graves problemas, entre ellos, la deficiencia en el abastecimiento de agua para consumo humano, líneas de conducción de aguas crudas o sumideros domiciliarios, inadecuadas plantas de tratamiento. Su principal fuente de abastecimiento son los ríos “Molino Norte” y “San Francisco”, durante el período seco se trasvasa agua del río “Aranjuez” al Molino Norte por medio de bombeo, lo cual provoca escasez de agua.

La red de distribución actual, abastece el 49 % de la población, adicionalmente existen 4 compañías privadas que producen un 22 % del total de agua de la ciudad que presentan problemas en la calidad de sus aguas. El canal de conducción a partir de Molino Norte, es inicialmente un canal abierto que atraviesa diferentes propiedades, algunas de las cuales son privadas. El canal no está protegido, no tiene suficiente vigilancia, siendo muy susceptible a la contaminación; además en las orillas de algunos tramos se encuentran cultivos a los cuales se les aplica agroquímicos, elevando el peligro de contaminación a las aguas que circulan por el canal (KGW CONSULT, 1998).

El dimensionamiento de las redes de abastecimiento es insuficiente para las necesidades actuales y futuras. Los resultados de los análisis físico-químicos del río San Francisco y Molino Norte, situados en el departamento de Matagalpa, indican que los parámetros de color, turbidez y hierro, exceden los niveles mínimos de las normas CAPRE (1984).

El entorno de manera integral que converge al acuífero del Valle de Sébaco es un conjunto de factores que por su naturaleza hidrogeoquímica y la influenciada por el hombre para brindar los servicios a la población, concluyen en ocasionar irreversiblemente alteraciones a las distintas fuentes del recurso hídrico en el Valle.

El presente estudio generará la información suficiente para determinar todos aquellos factores que inciden en el deterioro de la calidad del agua y desarrollar el interés en la población y en aquellas instituciones encargadas de la explotación (AMAT), conservación y protección de las fuentes de agua destinadas para el consumo humano.

1.5 Beneficiarios

El producto final del presente estudio tendrá beneficiarios directos e indirectos:

- 1) Serán beneficiados directamente los pobladores (104 381 hab) que reciben el recurso incluyendo los habitantes del Valle de Sébaco, mediante la generación de información valiosa que proporcione este estudio, el cual facilitará la toma de decisiones, con el objetivo de proteger la salud de la población a través de la distribución de agua segura y de buena calidad.
- 2) Las Alcaldías Municipales, Instituciones privadas, gubernamentales (AYAMAT-INAA, ENACAL, INE, INETER, MAGFOR, MARENA) y no gubernamentales (KGW-CONSULT) relacionadas con la explotación, distribución y consumo de agua potable; las cuales contarán con información confiable a mediano plazo para facilitar la elaboración de planes de seguimiento y vigilancia apropiada para la protección y conservación del recurso.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del agua en pozos de abastecimiento público, aguas superficiales y peligro de contaminación en el Valle de Sébaco, Departamento de Matagalpa.

1.6.2 Objetivos Específicos

- 1.6.2.1 Determinar la calidad del agua en los pozos de abastecimiento público seleccionados en el Valle de Sébaco.
- 1.6.2.2 Estimar el peligro de contaminación en los pozos de abastecimiento público seleccionados en el área de estudio.
- 1.6.2.3 Identificar las áreas en el Valle de Sébaco que presenten mayor deterioro de la calidad de las aguas subterráneas
- 1.6.2.4 Evaluar la posible contaminación de las fuentes superficiales hacia las aguas subterráneas.
- 1.6.2.5 Estimar la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Valle de Sébaco.

2. MARCO TEÓRICO

El concepto de calidad de agua es muy ambiguo en cualquier caso no existe un agua químicamente pura en la naturaleza. Desde su origen en las precipitaciones, toda agua lleva disuelta diferentes sustancias químicas que van incrementándose progresivamente en contacto con el suelo y el subsuelo. Esa mineralización o contaminación natural de las aguas es mayor en las aguas subterráneas que en las aguas superficiales, debido a que en el subsuelo el agua circula durante más tiempo y en contacto más íntimo con el terreno.

Por el contrario las aguas superficiales son más susceptibles de contaminación por la actividad del hombre.

2.1 Composición de las aguas subterráneas

En las aguas subterráneas naturales la mayoría de las sustancias disueltas se encuentran en estado iónico. Unos cuantos de estos iones se encuentran presentes casi siempre y su suma representa casi la totalidad de los iones disueltos (Custodio & Llamas, 2001).

2.1.1 Iones fundamentales

Los aniones están representados por: cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-). Los cationes están compuestos por: sodio (Na^+), calcio (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}).

Es frecuente que los aniones nitrato (NO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) y el catión potasio (K^+) se consideran dentro del grupo de iones fundamentales aún cuando en general su proporción es pequeña. Otros incluyen además el ión hierro (Fe^{++}). Entre los gases que deben considerarse como fundamentales están el dióxido de carbono (CO_2) y el oxígeno disuelto (O_2) (Custodio & Llamas, 2001).

Las sustancias disueltas poco ionizadas o en estado coloidales son importantes para los ácidos y aniones derivados de la sílice en forma de SiO_2 .

El resto de iones y sustancias disueltas se encuentran por lo general en cantidades más pequeñas que los anteriores y se llaman iones menores que se encuentran formando menos del 1% del contenido iónico total y elementos trazas aquellos que están presentes en cantidades medibles con técnicas especiales (Custodio & Llamas, 2001).

Los iones menores más importantes además de los antes citados son: K^+ , Fe^{++} , NO_2^- , F^- , NH_4^+ y Sr^{++} . Las aguas subterráneas contienen entre 1 000 a 2 000 ppm de sustancias disueltas; si el contenido es mayor hasta 5 000 ppm se llaman aguas salobres hasta 40 000 ppm se llaman aguas saladas. No es raro encontrarse aguas que superen los 40 000 ppm de sustancias disueltas llegando a veces hasta 300 000 ppm. A estas aguas se les llaman salmueras y están asociadas con frecuencia a depósitos salinos (Custodio & Llamas, 2001).

2.2 Características químicas de iones disueltos en el agua subterránea

2.2.1 Aniones y sustancias aniónica

2.2.1.1 Ión cloruro (Cl^-)

Las concentraciones del ión cloruro se encuentran entre 10 y 250 ppm en agua dulce, no siendo raro encontrar contenidos mucho mayores hasta varios miles de ppm (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.1.2 Ión sulfato

Las concentraciones del ión sulfato en agua dulce varían entre 2 y 150 ppm. En la forma de sales, el sulfato presenta solubilidades entre moderadamente soluble a

muy soluble, excepto en las sales de Sr (60 ppm) y las sales de bario (2ppm) (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.1.3 Iones bicarbonato (HCO_3)⁻¹ y carbonato (CO_3)²⁻

Estos iones representan la alcalinidad del agua en el sentido que dan capacidad de consumo de ácido al crear una solución tampón. No son oxidables ni reducibles en aguas naturales. Se pueden precipitar con mucha facilidad como carbonato de calcio (CaCO_3).

El ión bicarbonato varía entre 50 y 350 ppm en agua dulce pudiendo llegar a veces hasta 800 ppm. El ión carbonato está en concentraciones mucho menores que el ión bicarbonato (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.1.4 Ión Nitrato (NO_3)⁻

El ión nitrato aunque tiene tendencia a ser estable, aún en medios reductores, puede pasar a N_2 o NH_4 y excepcionalmente a NO_2 . La mayoría de compuestos nitrogenados pasan a NO_3 en medio oxidante; sin embargo el NH_4 puede perderse en parte como N_2 . El suelo puede fijar el NO_3 en especial el suelo vegetal.

El ión nitrato normalmente se encuentra en concentraciones entre 0,1 y 10 ppm pero en aguas contaminadas puede llegar a 200 ppm y en algunos casos hasta 1000 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.1.5 Sílice (SiO_2)

Las aguas fuertemente básicas pueden tener cantidades importantes de sílice iónica, pero son muy raras en la naturaleza. La sílice iónica contribuye en alguna medida a la alcalinidad del agua. El CO_2 juega un papel importante al evitar que el pH incremente, limitando así la solubilidad de la sílice.

El cuarzo y sus formas alotrópicas son muy poco solubles pero la sílice amorfa lo es mucho más (50 ppm a 0°C, 160 ppm a 25 °C, y 400 ppm a 100°C en agua pura). La mayoría de las aguas naturales presentan concentraciones entre 1 y 140 ppm en SiO₂ pudiendo llegar hasta 100 ppm en especial en aguas bicarbonatadas sódicas (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.2 Cationes y sustancias catiónicas

2.2.2.1 Ión Sodio (Na⁺)

La solubilidad del ión sodio es muy elevada y difícil de precipitar. Es afectado fácilmente por el cambio de bases, suele ir asociado al ión cloruro, aunque no siempre sucede así.

Las concentraciones del ión sodio se presentan entre 1 y 150 ppm en agua dulce, no siendo raro encontrar contenidos mucho mayores, hasta varios miles de ppm (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.2.2 Ión potasio (K⁺)

La solubilidad del ión potasio es muy elevada y difícil de precipitar. Es afectado fácilmente por el cambio de bases y es absorbido de forma muy poco reversible por las arcillas en formación (paso de montmorillonita a illita), para formar parte de la estructura, circunstancias que lo diferencian del sodio.

Las concentraciones del ión potasio varían de 0,1 a 10 ppm en agua dulce. Extraordinariamente se pueden tener algunos cientos de ppm y sólo muy raramente se puede tener salmueras de hasta 100 000 ppm. El agua de mar tiene alrededor de 400 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.2.3 Ión calcio (Ca⁺⁺)

Las sales del ión calcio varían de moderadamente solubles a muy solubles. Es muy fácil de precipitar como CaCO_3 . Su química va muy asociada a la de los iones $(\text{HCO}_3)^-$ y $(\text{CO}_3)^{-2}$ en muchas aguas naturales, pudiéndose precipitar y disolver con facilidad al cambiar el pH o la presión parcial de CO_2 .

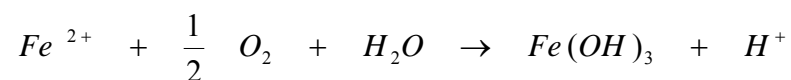
Las concentraciones del ión calcio varían de 10 y 250 ppm en aguas dulces, pudiendo llegar a 600 ppm en aguas selenitosas. El agua de mar contiene alrededor de 400 ppm (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.2.4 Ión Magnesio (Mg^{++})

Propiedades similares a las del ión calcio pero más soluble y algo más difícil de precipitar. Las concentraciones del ión magnesio oscilan entre 1 y 100 ppm en aguas dulces, (Custodio & Llamas, 2001).

2.2.2.5 Ión ferroso (Fe^{++})

La oxidación del hierro se produce según la reacción:



Ciertos microorganismos promueven medios reductores que favorecen la formación de Fe^{++} , mientras otros utilizan la energía del paso Fe^{++} a Fe^{+++} en sus procesos vitales y dan lugar a precipitaciones gelatinosas; estos crecimientos bacterianos se favorecen en la oscuridad y en aguas con exceso de O_2 y abundante CO_2 .

Las concentraciones del ión ferroso varían entre 0 y 10 ppm, siendo de menos de 0.5 ppm en aguas aireadas. Con pH entre 5 y 8 rara vez se llega a 50 ppm. En aguas muy ácidas se puede llegar a 100 ppm en $\text{Fe}^{++} + \text{Fe}^{+++}$. Las aguas alcalinas solo tienen muy pequeñas cantidades de Fe^{++} o $\text{Fe}(\text{OH})^+$ (Custodio & Llamas, 2001).

2.3 Características físicas del agua subterránea

2.3.1 Temperatura

La temperatura es el potencial calorífico referido a un cierto origen. Las aguas subterráneas tienen una temperatura muy poco variable y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar, incrementando en el producto de la profundidad por el gradiente geotérmico. La temperatura afecta a la viscosidad de agua y la capacidad de absorción de gases etc. (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.2 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad del agua para conducir la electricidad, se mide como la conductividad que existe entre dos electrodos paralelos de 1 cm² de superficie cada uno y separados 1 cm situados en el seno del agua a medir de forma que el medio se pueda considerar infinito.

La conductividad crece con la temperatura y es preciso tomar una temperatura de referencia, que suele ser 18 °C o 25 °C. La conductividad aumenta en el 2% / °C al incrementar la temperatura (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.3 Color

El color es la capacidad de una sustancia de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Se mide por comparación con un estándar arbitrario. En general está originado por materiales orgánicos de formaciones carbonosas o suelos vegetales. El agua pura en gran espesor es azulada. Si existe Fe puede tomar color rojizo o negro con manganeso. Con H₂S se produce color azulado y con ácidos húmicos amarillento (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.4 Sabor

El sabor del agua es una determinación organoléptica subjetiva de interés en agua potable. Las aguas con más de 300 ppm de Cl^{-1} tienen gusto salado, las que tienen más de 400 o 450 ppm de SO_4 tienen gusto salado y amargo, las que tienen mucho CO_2 libre tienen gusto a picante (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.5 Ion hidrógeno (pH)

El pH se expresa como el logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrógenos. El pH de una solución es una medida de la acidez de la solución o más exactamente concentración de iones hidrógenos $[\text{H}^+]$ en la solución (Redmore, 1981).

2.3.6 Alcalinidad

Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Las alcalinidades miden el efecto de los iones $(\text{HCO}_3)^{-1}$ y $(\text{CO}_3)^{2-}$. Usualmente se expresan como ppm de Ca CO_3 o meq l^{-1} (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.7 Acidez

Es la capacidad del agua para neutralizar bases.

2.3.8 Dureza

La dureza mide la capacidad del agua para consumir jabón o producir incrustaciones; suelen identificarse por el alto contenido en iones alcalinotérreos, esencialmente $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la capacidad del agua para consumir oxidante en un proceso químico. Las unidades de la DQO son en ppm de O_2 tomado del $KMnO_4$ a veces del $K_2Cr_2O_7$. Entre las propiedades de la DQO es medir el contenido de materiales orgánicos oxidables y también otras sustancias que consumen oxígeno, tales como: Fe^{++} , Mn^{++} y NH_4^+ (Custodio & Llamas, 2001).

2.3.10 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la medida de la cantidad de oxígeno necesaria para eliminar la materia orgánica contenida en el agua mediante procesos biológicos aerobios. Comúnmente se refiere a 5 días. Las unidades de medida son en ppm de O_2 (Custodio & Llamas, 2001).

2.4 Clasificación de las Aguas

2.4.1 Según el enlace con las rocas

Según sea el enlace de las moléculas de agua con la roca y la fuerza de este se distinguen algunos tipos de agua subterránea, que difieren por sus propiedades físico-químicas:

2.4.1.1 Agua ligada de acuerdo con la cohesión molecular

Es el agua cristalina, o sea, aquella que participa en la constitución cristalina de los minerales. La cantidad de agua cristalina está en proporción simple con otros componentes. Se encuentra en la red cristalina de los minerales en forma de aniones de OH^- , por ejemplo, en los anfíboles; o en forma de moléculas de agua, formando parte del cristal, por ejemplo, en la calcantita ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), la cual a $100^\circ C$ pierde $2H_2O$ y se forma el $CuSO_4 \cdot 3H_2O$. Este sólido cristalino a $110^\circ C$

pierde otras dos moléculas y finalmente, a 250°C pierde la última molécula de agua y forma el CuSO_4 (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.1.2 Agua en las rocas por medio de la adhesión

Debido a la existencia de las fuerzas superficiales de las partículas de las rocas, las moléculas de agua se unen a ellas y de este modo se forma alrededor de las partículas de rocas una película de agua (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.1.3 Agua en las rocas debido a la absorción

Esta es el agua higroscópica, o sea, las moléculas de vapor de agua. Se puede llamar también humedad de las rocas y está contenida en los poros y las grietas. Esta agua se evapora a una temperatura entre 100 y 110°C (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.1.4 Agua en las rocas por la adsorción de las moléculas del agua líquida

Es la que está retenida muy débilmente y se llama agua envolvente. Los minerales y las rocas que contienen agua ligada por cohesión o adhesión parecen secos y si se trituran se obtiene polvo seco. Los intersticios mayores de 0,003 mm absorben el agua líquida (agua libre), sin llegar a orientar las moléculas. En esa agua comienza a actuar también la gravedad terrestre hasta que el diámetro de los poros e intersticios llegan a 0,5 mm, en el agua contenida en ellos predominan las fuerzas capilares ya que las fuerzas de gravedad son muy débiles.

Las fuerzas capilares o de menisco, así como las fuerzas de la tensión superficial, surgen por la atracción de las moléculas de agua entre sí y por la atracción entre las moléculas de agua y las de la materia sólida. Si aumenta el tamaño de los poros e intersticios, comienza a predominar las fuerzas de gravedad más que las capilares y el agua capilar pasa a ser agua de gravedad. Si siguen aumentando

los poros e intersticios hasta surgir cavernas, el agua de gravedad se convierte en corrientes subterráneas (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.2 Según la composición química

Según la composición química de las aguas subterráneas las dividimos en aguas normales y minerales (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.2.1 Agua normal

Es la que se halla en los pozos, minas y en general en el subsuelo como factor de la movilidad predomina la gravedad terrestre (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.2.2 Agua mineral

Es el agua natural que difiere de la normal, por la cantidad de materia sólida disuelta, por el contenido de gases o por la temperatura. Existen varios criterios para clasificar las aguas minerales. Así, a veces, se llama agua mineral a la que contiene 1 g de materia sólida por kilogramo de agua y también a otras que contienen además, 5 mg de iodo por kilogramo de agua; 0,7 mg de arsénico por kilogramo de agua; 10 mg de hierro por kilogramo de agua, etc. (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.3 Según el medio por el que circulan

Según el medio por el cual las aguas circulan se dividen en:

Agua de percolación (es la que se encuentra en los terrenos permeables debido a la porosidad.

Agua de diaclasa (es la que se encuentra en rocas fisuradas que no sean ni calizas ni dolomitas)

Agua cárstica (es la que se encuentra en caliza o dolomita fisurada)

2.4.4 Según el origen

Se clasifican en aguas vadasas o meteóricas, o sea, las que son de procedencia atmosféricas y que han pasado a ser subterráneas por infiltración, las cuales siguen en ese momento un camino y un régimen especial de acuerdo con la naturaleza físico-química de las rocas que atraviesan y de la estructura geológica del conjunto. A esta agua se añade la que surge por la condensación del vapor de agua de la atmósfera que penetra en el subsuelo (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.4.1 Aguas juveniles

Se forman por la síntesis directa entre el hidrógeno y el oxígeno en condiciones de alta temperatura, proviniendo el hidrógeno de la atmósfera y el oxígeno del interior de la tierra. La importancia de esta agua en la hidrósfera subterránea es muy pequeña. Probablemente sólo algunas aguas de las fuentes termales tienen ese origen (Guzmán & Jova, 1982).

2.4.4.2 Aguas juveniles magmáticas

Son las procedentes de la cristalización de las rocas ígneas a partir del magma. Una superficie de magma de 10 km^2 y 1 km de espesor con una densidad de $2,5 \text{ g l}^{-1}$, contiene 5% de agua en peso y si se enfriara paulatinamente durante 1 millón de años a ritmo constante daría un caudal regular de 23,8 l/min de agua juvenil durante este período (Guzmán & Jova, 1982).

2.5 Principales causas de contaminación de las aguas

Las principales causas de contaminación del agua se producen por descargas de desagües industriales; descargas de aguas servidas domiciliarias (desagües) a

ríos, lagos y mares; quema de basuras (CO_2 y gases tóxicos); incendios forestales (CO_2); fumigaciones aéreas (líquidos tóxicos en suspensión); derrames de petróleo (hidrocarburos gaseosos); corrientes de aire y relación presión/temperatura (Feter, 1993).

2.5.1 Fuentes de contaminación

2.5.1.1 Aguas industriales y municipales

Esta agua contiene una variada gama de compuestos orgánicos sintéticos, entre los que se destacan hidrocarburos aromáticos (benceno, fenoles e hidrocarburos aromáticos policíclicos), compuestos halogenados (alifáticos y aromáticos, bifenilos policlorados plaguicidas y detergentes, etc.) (Feter, 1993).

2.5.1.2 Aguas de escorrentía

Estas aguas no corresponden a vertidos puntuales, sino que arrastran contaminantes generados en zonas amplias, como áreas rurales (plaguicidas insecticidas, nematicidas, herbicidas, carbamatos, piretroides, fertilizantes, residuos de animales etc.) y urbanas (depósitos de basura, residuos de aguas domésticas, aguas residuales industriales, etc.) (Feter, 1993).

2.5.1.3 Aguas de precipitación

Las aguas de precipitación provienen del agua atmosférica la cual puede tener compuestos orgánicos volátiles (disolventes, hidrocarburos, plaguicidas, etc.) o sustancias de peso molecular elevado sobre partículas sólidas (bifenilos policlorados, dioxinas, furanes etc.) (Feter, 1993).

2.6 Contaminación de las aguas subterráneas

2.6.1 Contaminantes inorgánicos

Son compuestos cuya base o ingrediente activo es un metal o un elemento inorgánico, no contiene carbono y son altamente tóxicos.

Los contaminantes inorgánicos son producto de la actividad del hombre, en su mayoría estos contaminantes son vertidos a los medios acuáticos en una variada especie inorgánica. Una gran parte de esta fracción está en forma soluble, aunque es significativa la parte insoluble, la cual se presenta por medio de partículas en suspensión. Debido a su movilidad, siendo su grado de toxicidad mayor (Feter, 1993).

2.6.2 Contaminantes orgánicos

La contaminación por este tipo de compuestos es un fenómeno cada vez más relevante debido al incremento constante en la producción de sustancias naturales sintéticas, las cuales van a parar al medio hídrico. En las aguas naturales, entre un 20% y un 40% de las sustancias orgánicas que se encuentran tienen un origen antropogénico, (Feter, 1993).

2.6.2.1 Persistencia de los plaguicidas en el suelo y en agua/sedimento

La persistencia o degradación de una sustancia química en el ambiente (suelo o agua) es un factor importante en la determinación de la probabilidad y el grado de exposición de los organismos a la sustancia de interés. Las tasas de remoción (o alteración) por procesos de degradación químicos, físicos y biológicos pueden ser usados para determinar la “vida media” del plaguicida. (Castillo et al., 1995)

Por “vida media” de un plaguicida se entiende el tiempo requerido (en días) para convertir la mitad de este en otra (s) sustancia (s), en cualquiera de las matrices o compartimentos (suelo o agua / sedimento). La vida media se expresa como DT50 (Castillo et al., 1995).

Es importante anotar que la degradación de una sustancia química es hacia productos más polares y estos metabolitos pueden ser más o menos tóxicos, más o menos persistentes o más o menos móviles que la sustancia que le dio origen.

El concepto de persistencia está a menudo relacionado con el tiempo de permanencia o residencia de un plaguicida en un comportamiento particular. A mayor tiempo de residencia, mayor es la persistencia de la sustancia. De esta manera, el grado de persistencia es expresado usualmente, como DT50 (Castillo et al., 1995).

2.6.2.2 Movilidad en el suelo

La adsorción de los plaguicidas en el suelo determina su movilidad en este medio, y depende de las características propias del plaguicida y del tipo de suelo. La movilidad esta determinada con base en el coeficiente de partición entre la fase sólida (suelo) y líquida (agua) ($K_{s/l}$ o K_d), o con base en el coeficiente de partición entre la materia orgánica y el agua (K_{oc}). El valor del coeficiente de partición (K_d) depende de la cantidad de materia orgánica en el suelo, mientras que el K_{oc} es independiente del mismo (Castillo, et al., 1995).

2.6.3 Clasificación de los plaguicidas

Los plaguicidas se clasifican de acuerdo al organismo que atacan en: Insecticidas, Funguicidas, Herbicidas, Acaricidas, Rodenticidas, Nematicidas y Moluscaricidas (CIRA-Módulo I, 1997). Entre los grupos más importantes y que abordamos en este estudio están: organoclorados, organofosforados y carbamatos.

2.6.3.1 Insecticidas organoclorados

Los insecticidas organoclorados son un pequeño pero diverso grupo de químicos producidos artificialmente por medio de una estructura cíclica y un número variable de átomos de cloro. Muchos miembros de este grupo son resistentes a la degradación en el medio ambiente y relativamente inertes hacia ácidos, bases, oxidación, reducción y calor. Los compuestos de origen frecuentemente tienen un número de análogos relacionados e isómeros, los cuales muestran variación significativa en toxicidad y persistencia. En algunos casos, estos isómeros han sido usados para desarrollar insecticidas altamente específicos, tales como: γ -hexaclorociclohexano, el cual muestra baja toxicidad para las plantas y animales. (Moore and Ramamoorthy, 1984).

El DDT fue el primer compuesto sintetizado en 1874 y sus propiedades insecticidas fueron descubiertas en 1939. El DDT técnico es un polvo blanco, amorfo, estable, compuesto de más de 14 análogos e isómeros.

En 1942 fue descubierto el hexaclorociclohexano (hexaclorobenceno), su acción insecticida simple y efectiva. De estos isómeros, γ -HCH tiene la mayor actividad insecticida y es comercializado como lindano, sin embargo el α -HCH y el β -HCH son más tóxicos para animales (Moore and Ramamoorthy, 1984).

El clordano, es una mezcla de compuestos terpenoide, fue descubierto en 1945 por ser un insecticida residual altamente efectivo. En 1948, el principio más activo del clordano, llamado heptacloro, fue desarrollado, sólo con otros dos derivados de los ciclodienos, aldrin y dieldrin. Ha sido demostrada subsecuentemente la conversión microbial del heptacloro en el medio ambiente, el cual se degrada a heptacloro epóxido, presentando toxicidad igual a / o mayor que, el compuesto que le dio origen, similarmente ocurre la conversión fotoquímica produciendo fotoheptacloro tóxico.

En el mismo año, fue obtenido un producto por medio de la cloración de turpentine, conteniendo un número considerable de compuestos clorados fue vendido como toxafeno (Moore and Ramamoorthy, 1984).

En 1951 fue comercializado el endrin, como un insecticida altamente efectivo, conteniendo al menos el 95% en la forma de ingrediente activo. Esto tiene la ventaja de no ser tan estable como muchos de los insecticidas anteriores y por lo tanto los residuos en el medio ambiente son relativamente bajos. Tres años después, un insecticida de amplio espectro, llamado endosulfán apareció en el mercado y como sus predecesores, fue sujeto a degradación en el medio ambiente. El endosulfán técnico consiste de cerca de cuatro partes de α -isómeros y una parte β -*trans* isómeros. El α -isómero, el cual es algunas veces más insecticida, se transforma lentamente a la forma más estable β -endosulfan (Moore and Ramamoorthy, 1984).

2.6.3.2 Insecticidas organofosforados

Estos compuestos generalmente son de mayor interés que los organoclorados. Ellos son generalmente más tóxicos que los alternos organoclorados, pero su persistencia es mucho menor. Son más solubles en agua y en consecuencia se acumulan menos en tejidos biológicos. Los tres tipos mayores de ésta clase de plaguicidas son: Fosforotionato, fosforotiolatos y fosforoditioatos (Moore and Ramamoorthy, 1984).

De los organofosforados mencionados anteriormente el más común es el plaguicida fosforotionato. Los fosfatos bien conocidos son completamente oxigenados, pero son mucho menos estables en el medio ambiente, aunque ellos son más tóxicos.

Existen tres grupos orgánicos de Ésteres, dos de los cuales, son usualmente metil o etil. La selección del tercer grupo generalmente gobierna la persistencia particular y toxicidad, con grupos R' incrementan la toxicidad y persistencia mediante la hidrólisis (estéricamente y electrónicamente) en el átomo de fósforo.

El tercer grupo Ester, es frecuentemente un ácido (fenólico o un hidroxilo activo) que funciona y es sujeto de hidrólisis alcalina; sin embargo bajo condiciones medio ambientales la hidrólisis abiótica es lenta y a menudo insignificante cuando se compara con la degradación biológica (Moore and Ramamoorthy, 1984).

Biológicamente los plaguicidas organofosforados actúan interfiriendo el sistema enzimático, principalmente la acetil colinesterasa. Generalmente la reacción biológica resulta en liberar el grupo ácido éster, por lo cual la reducción del grupo funcional nitro en un éster fenólico aromático ha sido observada (Moore and Ramamoorthy, 1984).

2.6.3.3 Insecticidas carbamatos

Comprende los derivados del ácido carbámico, con la fórmula general: $RO - C - NR'R''$, donde R' y R'' son hidrógenos o grupos alquilo, los compuestos son usados como insecticidas. Cuando un anillo aromático es sustituido de un átomo de nitrógeno, los compuestos son generalmente herbicidas; los análogos sulfuros del plaguicida tiocarbamato se usa como fungicida.

Estos compuestos, particularmente los insecticidas con un sustituto mono-alquil en el nitrógeno, son relativamente de fácil hidrólisis, no se consideran como problemas ambientales gracias a la baja persistencia (Moore and Ramamoorthy, 1984).

2.7 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad hidrogeológica se define como la sensibilidad natural que tiene un acuífero a la contaminación; para determinar el impacto que tiene una fuente contaminante es necesario conocer las condiciones geológicas e hidrogeológicas y la sensibilidad que éstas condiciones tienen a la contaminación (Suwar, 2000).

2.8 Zonas de captura

Una zona de captura es el área que drenará un pozo de bombeo. Si el nivel freático fuera horizontal, la zona de captura sería circular y correspondería al cono de depresión. El cono de depresión producido por el pozo invierte el gradiente hidráulico en una cierta distancia aguas abajo del pozo. En general el nivel freático tiene cierta pendiente y la zona de captura es alargada. El cálculo de la zona de captura está muy relacionado con el perímetro de protección.

2.9 Zonas de protección

Es el área alrededor de un pozo de abastecimiento que debe mantenerse libre de actividades que pudieran contaminar el agua subterránea. La delimitación de las zonas de protección se determina con el objetivo de proteger la calidad de las aguas subterráneas, tal hecho requiere una trascendental importancia ante la creciente demanda de dicho recurso y el peligro potencial de contaminación que provoca la actividad antropogénica en los alrededores de la captación que pretende protegerse.

El perímetro consigue su objetivo de protección del recurso recurriendo a la restricción o prohibición graduada de las actividades susceptibles de modificar la calidad del agua subterránea. Para ello se crea una serie de zonas de protección donde en función de su situación respecto a la captación se van a prohibir, regular o permitir las actividades potencialmente contaminantes.

2.10 Peligro de contaminación de las aguas subterráneas

El peligro de contaminación de las aguas subterráneas puede ser concebido como la interacción entre la carga contaminante que es, será, o pudiera ser aplicada al subsuelo como resultado de la actividad humana; la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, debido a las características naturales de los substratos que se cubren y se separan de la superficie (Foster & Hirata, 1998).

El término peligro de contaminación se define como la probabilidad de que las aguas subterráneas se contaminen con concentraciones por encima de los valores recomendados por la OMS para la calidad de agua de consumo humano. El hecho que este peligro pueda convertirse en una seria amenaza a la calidad de abastecimiento de agua subterránea ya desarrollado o por desarrollar, dependerá de la movilidad de los contaminantes dentro del acuífero mismo (Foster & Hirata, 1998).

2.11 Geología

Las montañas que rodean el Valle de Sébaco están constituidas por rocas volcánicas terciarias del Grupo Coyol Inferior (Mioceno) y Coyol Superior (Plioceno): Andesitas, Ignimbritas, Dacitas, toba, Aglomerados, Brecha y Basalto, flujos de cenizas y lavas (ver mapa 2). Estas rocas volcánicas están cuarteadas por tres sistemas de fallamiento principales, uno de rumbo Noroeste-Sureste (fallas más antiguas), otro de rumbo Noreste-Suroeste y el tercero de rumbo Norte-Sur (fallas más recientes) (Wezel, 1995).

El intenso fallamiento en ésta área ha creado una morfología de bloques escalonados con un buzamiento general en dirección a la depresión Nicaragüense. Estas líneas de fallamiento circunscriben el Valle de Sébaco, el cual está constituido por una depresión interior en la que se ha acumulado material aluvial, caracterizándose por tres fases de sedimentación correspondientes a las diferentes condiciones morfotectónicas que han prevalecido en la zona durante el cuaternario (Wezel, 1995).

El relleno aluvial tiene un espesor promedio de unos 100 a 125 metros en el cual se pueden distinguir tres unidades diferentes desde el punto de vista estratigráfico:

A) Unidad Superior

La superficie del Valle en su mayor parte está cubierta por capas de arcilla y limo arcilloso, depositados probablemente en ambiente lacustre y cuya parte superior

constituye el suelo vegetal formado por capas de arcilla limosa y capas de limo arenoso rojizo en sus estratos inferiores. Esta unidad alcanza un espesor de unos 20 a 25 metros en el centro del Valle y disminuye hacia los bordes, llegando incluso a desaparecer en algunas áreas próximas al contacto con los materiales volcánicos (Wezel, 1995).

En los límites oriental y occidental del Valle se observan cambios laterales a capas de arena y bolones, procedentes de la erosión local las cuales se encuentran en contacto directo con las rocas de los alrededores (Wezel, 1995).

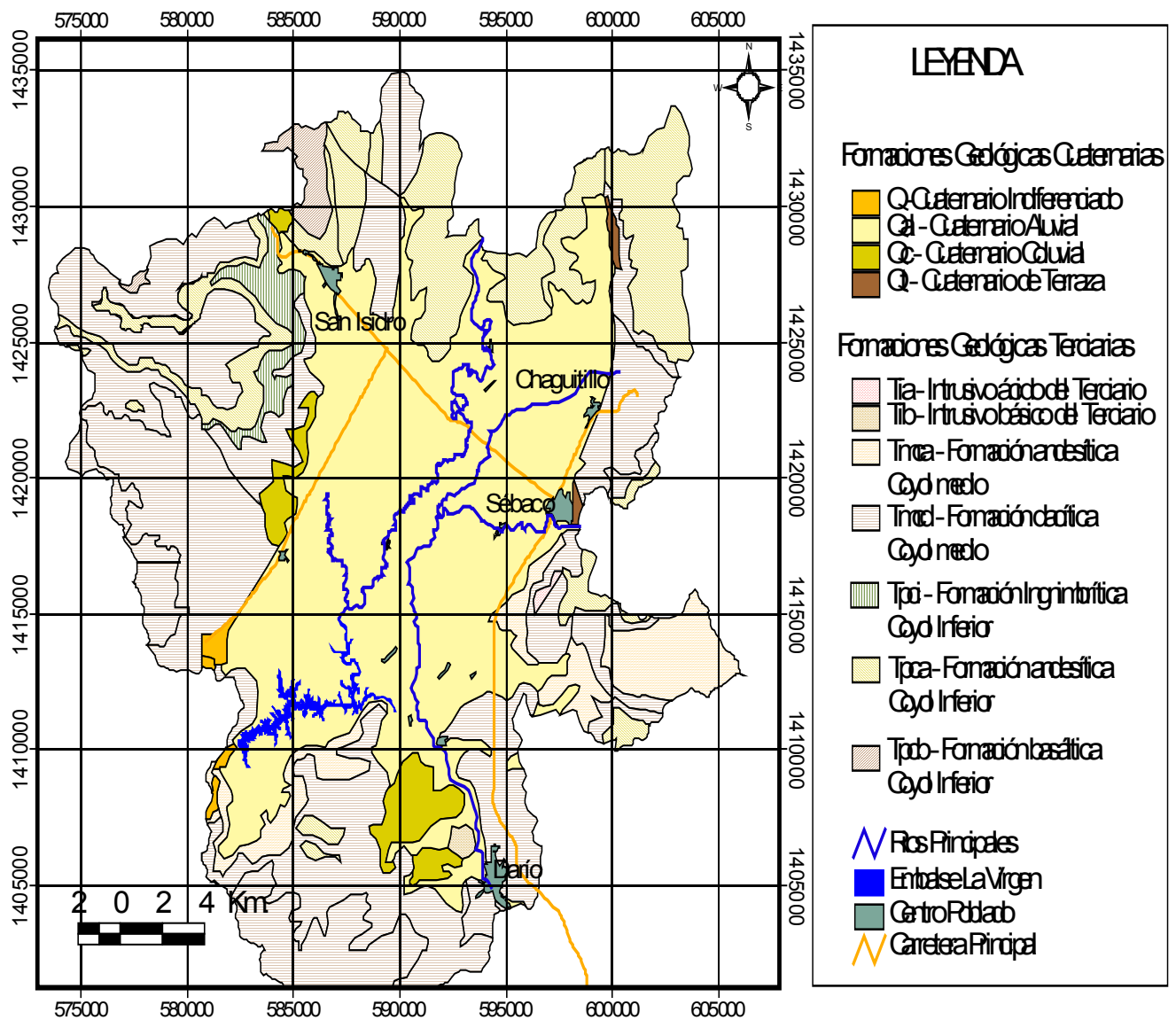
Los estratos de arcilla constituyen de alguna manera un revestimiento impermeable a lo largo de los dos cauces que forman los ríos Viejo y Grande de Matagalpa, que reducen la posibilidad de infiltración de agua del cauce al acuífero o inversamente infiltraciones de agua del acuífero al cauce (Wezel, 1995).

B) Unidad Intermedia

Formada por cantos rodados mezclados con arenas gruesas y limo arenoso. Esta unidad se encuentra comprendida entre las capas arcillosas de la unidad superior, que la recubren y la unidad arcillosa inferior que ocupa la base del relleno aluvial. El espesor de la unidad intermedia varía entre 40 y 80 metros según las diferentes áreas (Wezel, 1995).

C) Unidad inferior

Constituidas por arcillas compactas de color gris verdoso que alcanza un espesor que varía de 40 a 70 metros con algunos lentejones de arenas gruesas. Esta unidad constituye la base impermeable de un barranco rocoso antiguo (Wezel, 1995).



3. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe de manera sucinta las metodologías empleadas en el estudio, información obtenida durante el trabajo de campo, campañas de muestreo realizadas, así como las metodologías relacionadas a los análisis de laboratorio, materiales utilizados y técnicas analíticas empleadas.

3.1 Recopilación de la información

Se realizó la recopilación de la información consistente en archivos de datos e informes, publicaciones y estudios relacionados con el tipo de cultivo, hidrogeología y geología del área de estudio. La recopilación de datos analíticos relacionados a la calidad del agua en estudios anteriores, tanto en los pozos de abastecimiento público como en las aguas superficiales de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa con el objetivo de compararlos con los datos obtenidos en este estudio.

El 26 de Febrero del año 2002 se inició el inventario de pozos en el Valle de Sébaco obteniéndose información suministrada por los dueños de las propiedades donde se encuentran ubicados éstos. Los pozos inventariados tienen diferentes usos tales como: Riego, potable, doméstico, limpieza (lavado de ropa), industrial y ganadería. La localización de los pozos se hizo por medio de un equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y posteriormente se registró en el mapa topográfico.

La Geología del sector se verificó por medio de un reconocimiento general. Se realizaron mediciones de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos excavados y perforados mediante una sonda eléctrica; así mismo se midieron ciertos parámetros físicos tales como temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Los datos de profundidad de la rejilla de los pozos perforados, litología de algunas formaciones geológicas y resultados químicos se obtuvieron de los estudios realizados en Instituciones Estatales (INETER, MARENA, ENCAL).

3.2 Inventario de las actividades de uso del suelo

Otra etapa del trabajo de campo muy importante para la realización de este estudio fue el levantamiento del inventario de las actividades desarrolladas en el área relacionadas con el uso del suelo, las cuales podrían estar influyendo en la contaminación del acuífero. El resultado de este inventario mostró que existen en la zona de estudio las siguientes actividades: 13 fincas dedicadas a la ganadería, 2 453 ha dedicadas a la agricultura, 9 distribuidoras de agroquímicos, 2 industrias (textilera y alimenticia), 10 agroindustrias, 3 aeródromos, 1 acopiadora de hortalizas, 3 gasolineras, 2 cementerios, 2 centro de salud, 1 rastro municipal, 2 basureros (1 municipal y 1 clandestino) y varias descargas de aguas domésticas superficiales no cuantificadas, la mayoría de la población no posee alcantarillado público.

Para tener un conocimiento más acertado de las actividades que producen contaminación se realizaron entrevistas a representantes de la municipalidad y del sector salud, las cuales fueron recopiladas a través de encuestas.

3.3 Campaña de muestreo

Se realizó una campaña de muestreo durante la época lluviosa los días 1, 2 y 3 de Julio del año 2002. Los pozos se seleccionaron tomando en cuenta su ubicación, representatividad dentro del área de estudio así como su importancia en cuanto al uso y cercanía a las áreas de cultivo (mapa 3).

Se tomaron muestras de agua en 11 pozos perforados y excavados y nueve (9) puntos distribuidos de la siguiente forma: tres (3) en el río Viejo, cuatro (4) en el río Grande de Matagalpa y dos (2) puntos en el Zanjón Negro, para un total de veinte (20) puntos de muestreo.

El diseño del muestreo en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa fue representativo del tramo de los ríos cercano a los pozos de abastecimiento público, dimensionados en pequeños transectos dentro de los ríos en el sentido del flujo y

en concordancia con el uso del suelo para determinar la carga contaminante y delimitar el área de influencia.

Los procedimientos utilizados en las colectas de muestras de agua provenientes de los pozos de abastecimiento público y ríos fueron los mismos que utiliza el CIRA-UNAN; los cuales han sido estandarizados de acuerdo a las normas internacionales (EPA, OMS, Estandar Methods de la 20th, GEMS Water) y se encuentran descritos en el Manual de Procedimientos Operacionales Normalizados de cada laboratorio del CIRA-UNAN.

Entre los equipos de muestreo utilizados están: GPS, marca Magellan, modelo 315, Bailer, Medidor del Nivel Estático del Agua, Solinst, pH, marca ORION, oxigenómetro, conductivímetro marca ORION, draga Ban Bin .

Las siguientes variables fueron estudiadas: análisis físico-químico tales como temperatura, pH, conductividad eléctrica, nutrientes, carga orgánica, sólidos totales disueltos y sedimentables, análisis de compuestos orgánicos (plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos en agua), análisis de compuestos inorgánicos (metales pesados en agua y sedimento), análisis bacteriológicos en agua (coliformes fecales, totales y E. coli.). Así como carga contaminante y vulnerabilidad.

Los grupos de plaguicidas analizados en el presente estudio fueron los organoclorados (α -BHC, β -BHC, HCB, lindano, heptacloro, aldrin, heptacloro-epóxido, α -endosulfano, β - endosulfano dieldrin, endrin, pp'-DDT, pp'-.DDE y pp'-DDD); organofosforados (naled, terbufos, diazinon, malation, fention, etil-paration, clorfenvinfo, etion, gution, zolone, co-ral) y carbamatos (aldicarb sulfon, metomil, aldicarb, propoxur, carbofuran, carbaril).

Entre los parámetros físico-químicos analizados están: Turbidez, pH, color verdadero, sólidos totales disueltos, calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, nitratos, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, dureza total, alcalinidad, alcalinidad total, alcalinidad a la fenoftaleína, sílice disuelto, nitrito, amonio, hierro total, fluoruro,

nutrientes (nitrógeno total, amonio, nitrato, nitrito, fósforo total, particulado y disuelto), sólidos totales (disuelto, suspendidos y sedimentables), oxígeno disuelto, Boro, DQO y DBO₅.

Los análisis bacteriológicos realizados fueron: Coliformes totales, coliformes termotolerantes y escherichia coli.

Además se realizaron análisis de metales pesados (plomo total en agua, arsénico total agua y cromo total y hexavalente en agua y sedimento).

3.4 Metodología analítica

En cuanto a los métodos que se utilizaron para la identificación y cuantificación de plaguicidas organoclorados, organofosforados carbamatos y metales pesados en la matriz agua, fueron mediante el Método de Estándar Interno (extracción líquido/líquido) para los dos primeros y el método del Estándar Externo (extracción de fase sólida C₁₈) para el tercero; por medio de las Técnicas de Cromatografía de Gases y Cromatografía Líquida de Alta Resolución

Las metodologías analíticas se encuentran ampliamente detalladas en los Manuales de Calidad de los Laboratorios del CIRA-UNAN y están en correspondencia con las Normas Internacionales de la **ISO/IEC 17025** y la Norma Técnica Nacional NTON 04-001-98; sin embargo a continuación se hace una breve descripción de cada una de ellas:

Los métodos utilizados para la determinación de los parámetros físico químicos fueron los siguientes: Potenciométrico 4500.H.B; Nefelométrico 2130.B. Comparación visual 2120 B; Gravimétrico a 103-105 °C, 2540.B; Gravimétrico a 103-105 °C, 2540.B; Titrimétrico EDTA 3500.Ca. D; por Cálculo 3500.Mg.E; Fotometría de Llama 3500.Na.D; Fotometría de Llama 3500.K.D; Cromatografía Iónica 4110; Titrimétrico 2320.B; Calorimétrico 5400.NO₂.B; Fenantrolina 4500.Fe.D; Slicomolibdato 4500.Si.D; Modificación de la Ácida 20 °C a 5 días 4210; Modificación de la Ácida 4500.O.C; Ácido Ascórbico 4500.P.B-E; Método de

Uthermoehl; Método de Nush & Palme. El método que se utiliza en las determinaciones de sólidos totales es el Gravimétrico.

La técnica de cromatografía iónica fue la utilizada para la determinación de los parámetros físico-químicos así como la espectrofotometría.

En las determinaciones bacteriológicas el método que se utilizó es el Número Más Probable (NMP). El método utilizado para la determinación de *Escherichia coli* fue el de tubos múltiples. La determinación de *E. coli* en agua potable se aplica como una prueba confirmativa. Al utilizar el método de tubos múltiples a partir de los tubos presuntivos positivos de coliformes totales en Caldo Lauryl Triptosa, alícuotas del caldo son inoculadas en tubos conteniendo medio EC-MUG e incubadas durante 24 horas luego de las cuales los tubos se someten a la acción de una luz ultravioleta de 365 nm con 15 watts en un lugar oscuro. La fluorescencia en los tubos se considera como reacción positiva de *E. coli* y su densidad se calcula de igual forma que en la metodología de Coliformes totales y termotolerantes.

La determinación de coliformes termotolerantes (fecales) por el método de fermentación de tubos múltiples se realiza a partir de los cultivos positivos de coliformes totales en Caldo Lauryl Triptosa, los cuales son inoculados en tubos conteniendo medio EC en incubados a $44,5 \pm 0,2$ °C en baño maría con agitación y temperatura constante durante 24 horas. La formación de gas en los tubos de Durham así como la presencia de fermentación y turbidez en los tubos, se considera reacción positiva de Coliformes termotolerantes. Los resultados se expresan en términos de Número Más Probable en 100 ml.

Los métodos empleados para la determinación de metales pesados fueron E. Rothery, 1984 (Operation Manual–VGA 76, VARIAN), E. Rothery, 1988 (Operation Manual – GTA 96, VARIAN). La técnica utilizada para la identificación de metales pesados fue la de Espectrometría de Absorción Atómica con Generador de Vapor, Llama y Horno de Grafito (SpectrAA-20).



Mapa 3 - Puntos de muestreo Valle de Sébaco, 2002.

El método de generación de hidruros es la técnica más utilizada en la determinación de arsénico total en agua, suelos y sedimento; esta consiste en la generación del hidruro con un reductor a partir de uno de sus estados de valencia.

El método para la determinación de plomo total y cromo total en agua por horno de grafito, es una técnica analítica donde un volumen fijo de muestra es calentado electrotérmicamente, generándose una población de átomos libres de manera que la absorción atómica pueda ser medida.

El método para la determinación de plomo y cromo total en suelo y sedimento consiste en la digestión del plomo y/o cromo total presente en la muestra de suelo o sedimento con agua regia por 1 hora a 80°C. El plomo y cromo total en la muestra digestada es medido por la técnica convencional de espectrometría de llama.

3.5 Control y aseguramiento de la calidad

Los controles de aseguramiento de la calidad en la colecta de muestras así como el control interno analítico fueron efectuados mediante la toma de muestras por duplicado al 10% del total de muestras colectadas. Por otro lado el control interno se garantizó por medio del análisis de muestras con agregados de concentraciones conocidas y la utilización de materiales de referencia apropiada durante los análisis de las muestras colectadas. Los resultados de los controles de calidad se presentaron posteriores a los resultados analíticos en cada uno de los componentes estudiados.

3.6 Metodología del peligro de contaminación

Para determinar el peligro de contaminación del acuífero del Valle de Sébaco, se aplicó el método “Determinación del peligro de contaminación para las aguas subterráneas” desarrollado por los Ingenieros Estephen Foster y Ricardo Hirata. Este método se apoya en el análisis de cuatro características de la fuente

contaminante, las cuales son: clase de contaminante, intensidad del contaminante, método de disposición y duración de la carga contaminante.

3.7 Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad

Para la determinación de la vulnerabilidad del acuífero se utilizó el método DIOS (Foster and Hirata, 1987), este método hace uso de tres parámetros hidrogeológicos: DI: es la distancia al agua subterránea; O: es la ocurrencia de agua subterránea y S: es el sustrato litológico.

3.8 Metodología para la determinación de zonas de captura

El método analítico utilizado para la determinación de las zonas de captura fue el método conocido punto de culminación para acuíferos con pendientes no confinados desarrollado por Hantush 1994, Todd 1980 y Grubb 1993.

3.9 Metodología para la determinación de zonas de protección

La metodología utilizada para la delimitación de las zonas de protección de pozos está basada en las estrategias para la protección de aguas subterráneas de Foster, S., Adam, B., Morale, M., y Tenjo, S.

El grado de protección contra un determinado contaminante varía de la zona de suelos, la zona no saturada y/o los acuitardos que se encuentran encima del acuífero, varía considerablemente también con el tipo y modo de descarga del contaminante (Foster & Hirata, 1991).

El objetivo de zonas especiales de protección es dar un elemento adicional de protección para algunas captaciones de aguas subterráneas (pozos o manantiales). Esto se logra implementando controles estrictos en las actividades contaminadoras que se realizan dentro del área de protección.

3.10 Metodología para la determinación de tiempos de tránsitos de las bacterias

La metodología para la determinación de los tiempos de tránsito de las bacterias está basada en los principios de transportes de los organismos patógenos tanto en la zona no saturada como en la zona saturada desarrollada por los ingenieros W. J. Lewis, S.S.D. Foster, B. S. Drasar 1988.

La zona no saturada constituye la línea de defensa más importante contra la contaminación fecal de los acuíferos. En este sentido aumentar al máximo el tiempo de permanencia del efluente en la zona no saturada sería el factor clave en la atenuación y eliminación de bacterias y virus.

En varios estudios realizados (Kligler 1921; Mirzoev, 1968; Gerba 1979; y Kibbey *et al.*, 1978) encontraron que los períodos de supervivencia de las bacterias fecales varían ampliamente y los datos se complican aún más por la posibilidad de reproducción de las mismas. Los factores que más inciden en el control de la supervivencia de las bacterias en el suelo son la humedad y la temperatura.

La información sobre la supervivencia de las bacterias en aguas subterráneas es relativamente limitada. En general, se ha aceptado la teoría que su período de supervivencia suele ser mayor en las aguas subterráneas que en las aguas superficiales debido a la ausencia de luz solar y a la poca competencia por los nutrientes disponibles. También la temperatura constituye un factor importante, ya que las bacterias sobreviven mayor tiempo cuando las temperaturas son más bajas (Foster *et al.*, 1988).

Kliger (1921) estudió la supervivencia de la *salmonella typhi* y de la *Shigella dysenteriae* en diferentes tipos de suelos a la temperatura ambiente, pudiendo comprobar que algunas bacterias sobrevivían por 70 días en los suelos húmedos, aunque un 90% sucumbían en 30 días. En los suelos secos, ninguna bacteria logró sobrevivir más de 20 días y en los suelos ácidos, independientemente del contenido de humedad, este tiempo se redujo a 10 días. Las temperaturas bajas

(inferiores a 4°C) favorecen la supervivencia de la mayoría de los microorganismos y las bacterias entéricas no son una excepción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Hidrogeología

4.1.1 Características hidrogeológicas

El relleno aluvial del acuífero del Valle de Sébaco está constituido por bolones, arenas y grava mezclados con cierta cantidad de arcilla y limo el cual tiene un espesor promedio de unos 110 m, con máximos de 120 y mínimos de 50 m, que constituyen los mantos acuíferos de aguas subterráneas, representando los mayores recursos de agua para el abastecimiento potable y riego de los municipios de San Isidro, Sébaco y Ciudad Darío. (Plata, 1998).

El acuífero se asienta sobre capas de arcilla impermeable (unidad inferior) y está recubierto por capas de arcilla y limo que forman su techo (unidad superior). Las capas que lo recubren en la parte central del Valle son impermeables, reduciéndose su espesor en dirección a los bordes (Medina, *et al* 1977).

Las áreas de recarga del acuífero están concentradas principalmente en la parte alta del Valle y en sus áreas periféricas o bordes. En estas áreas, las capas superficiales y el relleno aluvial contienen materiales gruesos (arena y bolones), así como también en los lechos de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa se encuentran sedimentos gruesos que forman un acuífero muy productivo.

En el Noreste del Valle de Sébaco, el nivel estático del agua se encuentra a una profundidad de aproximadamente 30 m bajo terreno, donde los niveles estáticos son menos profundos en dirección a los ríos permanentes (río Viejo y Grande de Matagalpa), es decir, que la infiltración permanente de los ríos en estas zonas se manifiesta en un nivel freático del agua subterránea más alta (GKW, 1998).

En el año 1984, PROCONSULT, firma constructora de los pozos de abastecimiento público, estableció un balance para el agua subterránea del acuífero del valle de Sébaco, concluyendo que en 1983 se extrajo una cantidad de 34,2 MMC/año de agua subterránea de un total de 140 pozos perforados y 84 pozos excavados en todo el Valle. El rendimiento seguro para el acuífero fue determinado con un total de 40 MMC/año. (GKW, 1998).

Los niveles de aguas subterráneas en la parte central y baja del Valle son a veces más altos o sea menos profundo que el nivel en los ríos; los ríos principales circulan sobre la capa semipermeable, manteniendo una relación con el acuífero como aportadores o influentes (Flores Yelba, 2002).

4.1.2 Características hidráulicas del acuífero

Se conoce por medio de estudios geológicos (INETER, 1997; GKW, 1998; Plata, 1998) que el valle de Sébaco posee características hidráulicas importantes del acuífero para la explotación de los potenciales de agua subterránea:

- Los pozos no penetran totalmente hasta el basamento, como consecuencia no se está aprovechando completamente las fuentes de aguas subterráneas.
- Los espesores totales de los depósitos acuíferos cuaternarios son más o menos de 110 m.
- En general la mayoría de las profundidades de los pozos está entre los 40 – 80 m, en el caso particular de los pozos PP32/S, PP12/S y PP61/S, éstos alcanzan los máximos espesores del acuífero en esas zonas.

4.1.2.1 Transmisibilidad del acuífero

El comportamiento de la transmisibilidad del acuífero se considera heterogénea, muy variada en un mismo sector con un valor promedio de 2 184 m²/día en el área, esta magnitud se califica como alta, en el sector Noroeste se registran

valores desde los 260 m²/día a 1 726 m²/día; en la zona central los valores oscilan desde 140 - 4 688 m²/día; por último en el sector sur del Valle los valores son desde 210 m²/día a 1 610 m²/día. Existen máximos muy altos y con tendencias a disminuir hasta valores moderados menores de 200 m²/día. Los valores altos, obedecen a que el agua superficial es afluente del acuífero en aquellas zonas donde drenan los ríos Viejo y Grande de Matagalpa.

4.1.2.2 Condición hidrodinámica del acuífero

El comportamiento hidrodinámico de las aguas subterráneas para el entorno tiene un régimen estacionario que fluctúa en dependencia de la recarga durante el invierno o verano. Situación que se deriva de la profundidad de los niveles estáticos que se encuentran a unos cuantos metros de la superficie del suelo en casi toda el área, esto provoca conexión inmediata, aflorando en los puntos más bajos (INETER, 1997).

4.1.2.3 Distribución piezométrica del acuífero

La distribución espacial de las cargas piezométricas es acusada por la disposición coincidente respecto al relieve topográfico, es así que se puede distinguir que los valores de las curvas piezométricas son mayores hasta más de los 40 msnm hacia las zonas de recarga que corresponde a los límites del parteaguas de la cuenca hidrográfica del Valle.

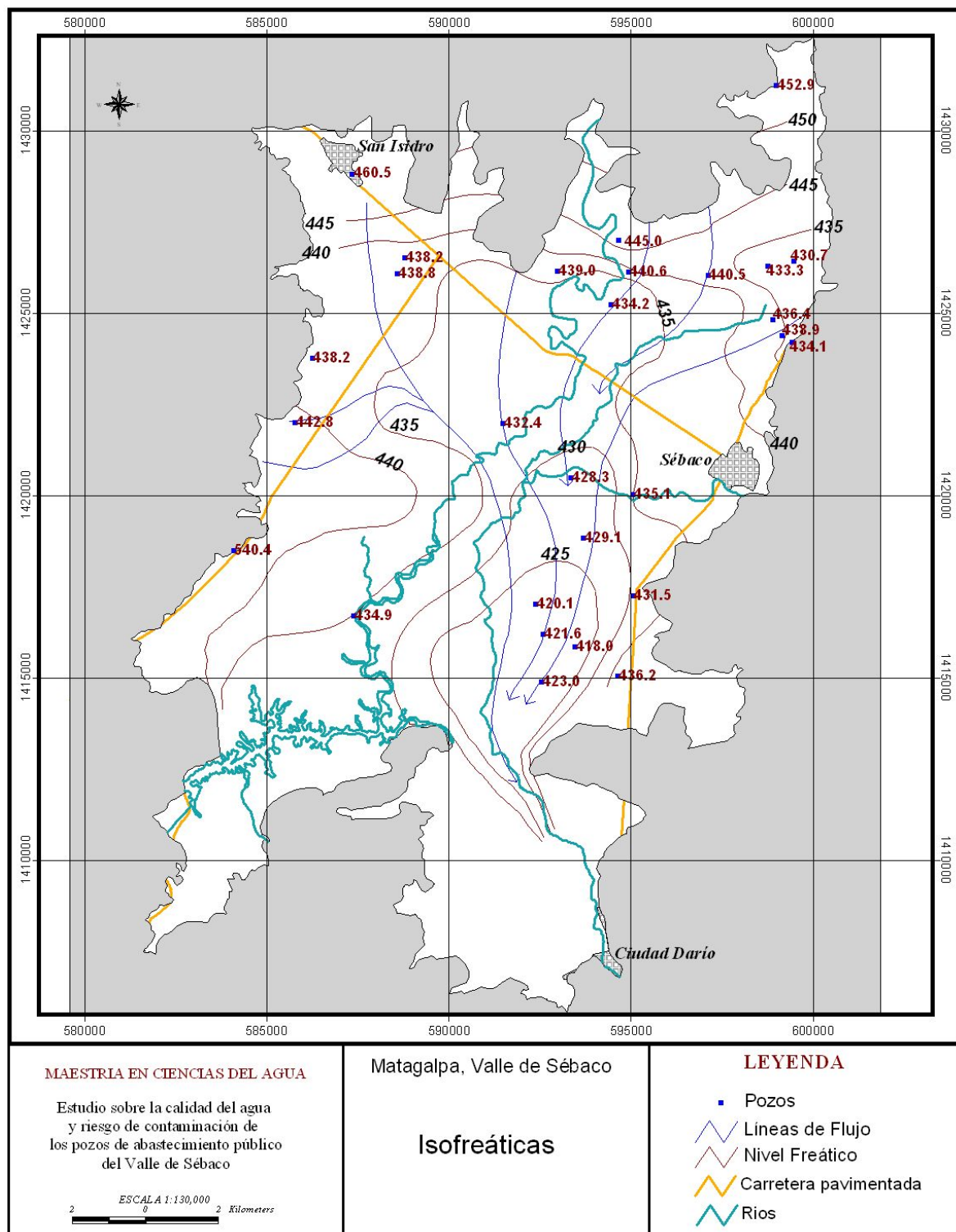
Por el contrario en cotas más bajas del entorno descienden muy suavemente estos valores en dirección Suroeste del área. Los gradientes hidráulicos del agua subterránea son muy pequeños con valores de 0,0025 a 0,01.

Existe una consideración especial sobre el movimiento del agua subterránea dentro del área de Sébaco que indica mayor concentración de flujos, atribuido a la existencia del fallamiento normal Noroeste-Sureste que origina generalmente flujos preferenciales. Estas zonas podrían ser micro localizaciones de perforaciones de

pozos con rendimientos importantes, pero debe ser objeto de realizar alguna prospección geofísica (INETER, 1997).

4.1.2.4 Profundidad de los niveles de agua y dirección del flujo

Del levantamiento hidrogeológico de campo se obtuvieron registros de niveles de agua de 6,20 m a 47,0 m dentro del área del Valle y su entorno. Se verificó un comportamiento de niveles de agua subterránea muy cerca a la superficie del suelo hasta un poco más profundo. En el mapa 4, se presentan la dirección de las líneas del flujo del agua a través las isofreáticas del Valle de Sébaco.



Mapa 4 - Isofreáticas del Valle de Sébaco, 2002

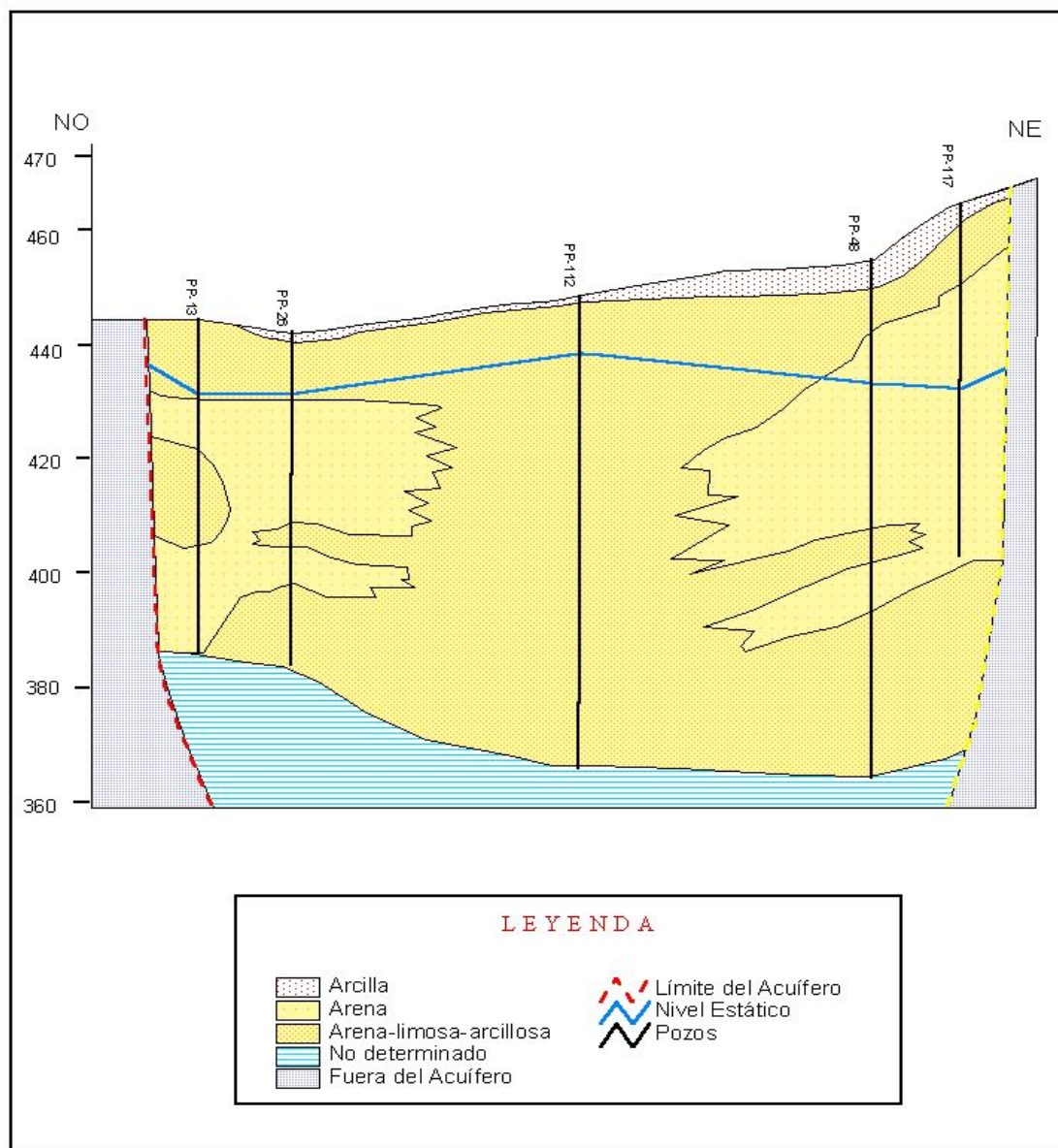


Figura 1 – Perfil longitudinal del Valle de Sébaco, 2002

Fuente: Flores Y, 2002

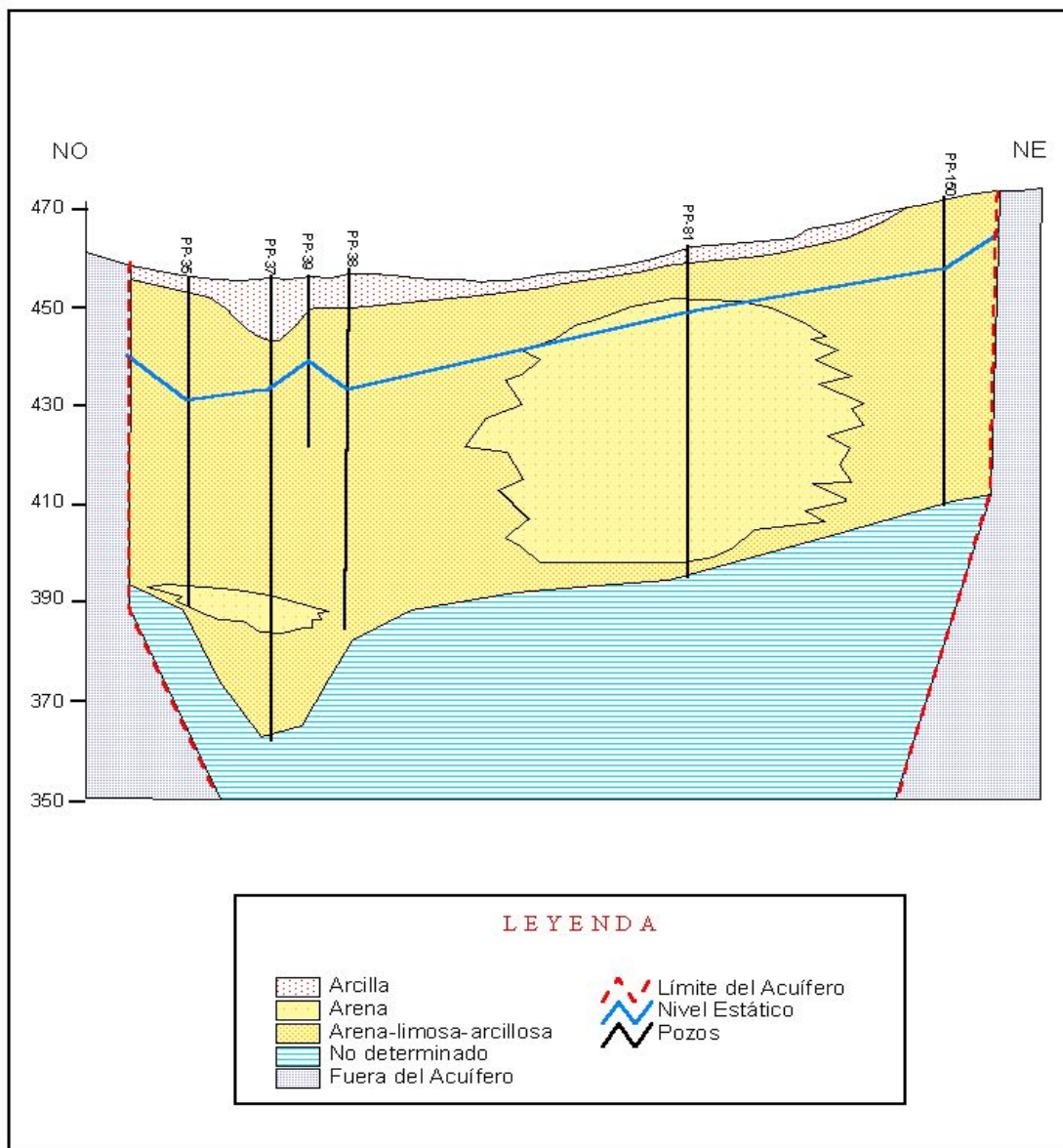


Figura 2- Perfil transversal del Valle de Sébaco, 2002

Fuente: Flores Y, 2002.

4.1.3 Zonas de captura de los pozos

Las zonas de captura de los pozos municipales se calcularon a través de las siguientes fórmulas:

$$X_o = \frac{Q}{2\pi T \alpha}$$

Donde:

X_o : Punto de culminación o zonas de captura (m)

Q: Caudal (m^3/d)

T Transmisibilidad (m^2/d)

α : Gradiente hidráulico natural del agua subterránea

El ancho de la zona de captura F se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$F = 2\pi X_o$$

Los valores del gradiente hidráulico del agua fueron obtenidos de las isofreáticas mapa 4 y las elevaciones del nivel del mar. El cálculo de la distancia del punto de culminación de la depresión del cono de abatimiento para los diferentes pozos municipales oscila entre 3 a 348 m y el ancho de las zonas de capturas F están entre 17 a 2 185 m. En la tabla 1 se presentan los resultados de los cálculos de punto de culminación (X_o) y ancho de la zona de captura (f).

Tabla 1 Valores de zonas de captura (X_o) ancho de las zonas de captura (f), transmisividad (T), caudal (Q) y gradiente hidráulico natural (α) de los pozos de abastecimiento público del Valle de Sébaco.

Pozos	X_o (m)	F (m)	T(m ² /d)	S	Q (m ³ /d)	α
PP-S1	348	2 185	220	0.15	960	0,002
PP-12	73	458	1 100	0.15	654	0,0013
PP-42	22	138	1 410	0.15	545	0,0028
PP-S5	184	1 157	130	0.15	900	0,006
PP-RN2	3	17	1 010	0.15	55	0,0031
PP-INAA	15	93	1 000	0.15	409	0,0044
PP-19	77	486	610	0.15	311	0,0010
PP-95	21	132	300	0.15	55	0,0013

4.1.4 Tiempo de tránsito

Para el cálculo del tiempo de infiltración natural del agua en la zona no saturada la fórmula utilizada es la siguiente:

$$t = \frac{m\phi}{k_v}$$

Donde:

m: Espesor no saturado en metros.

ϕ : Porosidad del material estratigráfico

k_v : Permeabilidad vertical.

Para obtener el valor del tiempo de tránsito se utilizó como base el tiempo de vida media de las bacterias en suelos arcillosos- limosos el cual se ha calculado en 70 días, al realizar los cálculos respectivos al espesor no saturado necesario para que el tiempo de vida de las bacterias sea superado, varía ampliamente entre 6 y 33 m.

Tomando en cuenta las condiciones hidrogeológicas del acuífero [espesor (m), permeabilidad (K), porosidad del material litológico y porosidad del material acuífero (ϕ), gradiente hidráulico inducido (I), caudal (Q), capacidad específica (Ce), y corrección del gradiente (r_o)], se calcularon los tiempos de tránsito de las bacterias desde la zona no saturada hasta la zona saturada.

De acuerdo a la proporción del material litológico en la zona no saturada, en ésta predominan suelos limoso- arcillosos y en menor proporción suelos arenosos finos por lo cuál se determinó un valor de porosidad de 0.4; así mismo para este tipo de material se asumió una permeabilidad de 1 m/d.

Los resultados obtenidos (tabla 2) de los tiempos de tránsitos de las bacterias mostraron que cualquier fuente de contaminación puntual situada cerca de los pozos representa un alto peligro de contaminación bacteriológica debido a que el tiempo de supervivencia de las bacterias se encuentra por debajo de los 70 días. Por otro lado gran parte de los pozos se localizan en zonas con presencia de fracturas y fallas geológicas incidiendo que las bacterias viajen con mayor rapidez hacia el acuífero. En los pozos municipales se encontraron los siguientes valores: 2,4 y 13,3 días perteneciendo el menor valor al pozo PP-42 y el mayor valor al pozo PP-S1, lo cual se corresponde con el espesor de la zona no saturada.

Tabla 2 – Mediciones de los parámetros para el cálculo del tiempo de tránsito de las bacterias en la zona no saturada y saturada.

Zona no saturada						Zona saturada					
Código	t	m	ϕ	k	Q	t	k	I	ϕ	Ce	r_o
Pozos	días	m		m/d	Gpm	días	m/d	Ind		Gpm/f	
PP-S1	13,3	33,2	0,4	1,0	176	56,7	2,78	0,0600	0,35	16,0	52,0
PP-12	5,00	12,2	0,4	1,0	120	65,0	31,4	0,0080	0,35	60,0	74,0
PP-42	2,40	6,00	0,4	1,0	100	67,6	46,0	0,0050	0,35	77,0	83,5
PP-S5	8,40	17,0	0,4	1,0	165	61,6	1,50	0,1400	0,35	7,14	38,7
PP-RN2	8,40	21,0	0,4	1,0	10,0	61,6	59,0	0,0007	0,35	60,0	70,7
PP-INAA	10,4	26,0	0,4	1,0	75,0	59,5	51,0	0,0053	0,35	60,0	71,4
PP-19	6,00	15,5	0,4	1,0	57,0	64,0	51,0	0,0700	0,35	4,56	55,0
PP-95	7,56	19,0	0,4	1,0	10,0	62,4	54,5	0,0046	0,35	17,0	38,5

Los tiempos de tránsito de las bacterias en la zona saturada para un período de 70 días variaron entre 56,7 a 67,6 días correspondiendo el primer valor al PP-S1 y el segundo valor al PP-42.

4.1.5 Zonas de protección

La protección del acuífero se refiere a la protección del recurso en general para todos los usuarios de las aguas subterráneas que se abordará en el mapeo de la vulnerabilidad aplicando el método DI.OS. En la protección de las captaciones individuales se definieron áreas especiales de protección las cuales fueron estimadas a partir de las zonas de captura y tiempos de transitos tanto para la zona no saturada como para la zona saturada.

En los pozos municipales de abastecimiento público donde el gradiente hidráulico es inferior a 0,01 y el suelo es de tipo arcilloso-limoso, la velocidad del flujo del agua subterránea no excede $1,0 \text{ m d}^{-1}$ y una distancia horizontal de 7 a 55 m proporcionan un amplio margen de seguridad contra la contaminación bacteriana. La velocidad del agua subterránea se calculó utilizando la ley de Darcy a través de la siguiente fórmula:

$$v = \frac{\kappa i}{\phi}$$

Donde:

v: Velocidad del flujo del agua (m d^{-1})

K: Conductividad hidráulica (m d^{-1})

i: Gradiente hidráulico

Φ : Porosidad

Para determinar el área de protección de los pozos municipales se utilizó la siguiente fórmula:

$$d = \frac{t \kappa i}{\phi}$$

Donde:

d: Distancia entre la fuente de contaminación y la fuente de captación.

t: Tiempo de tránsito en la zona saturada (días).

k: Permeabilidad acuífera.

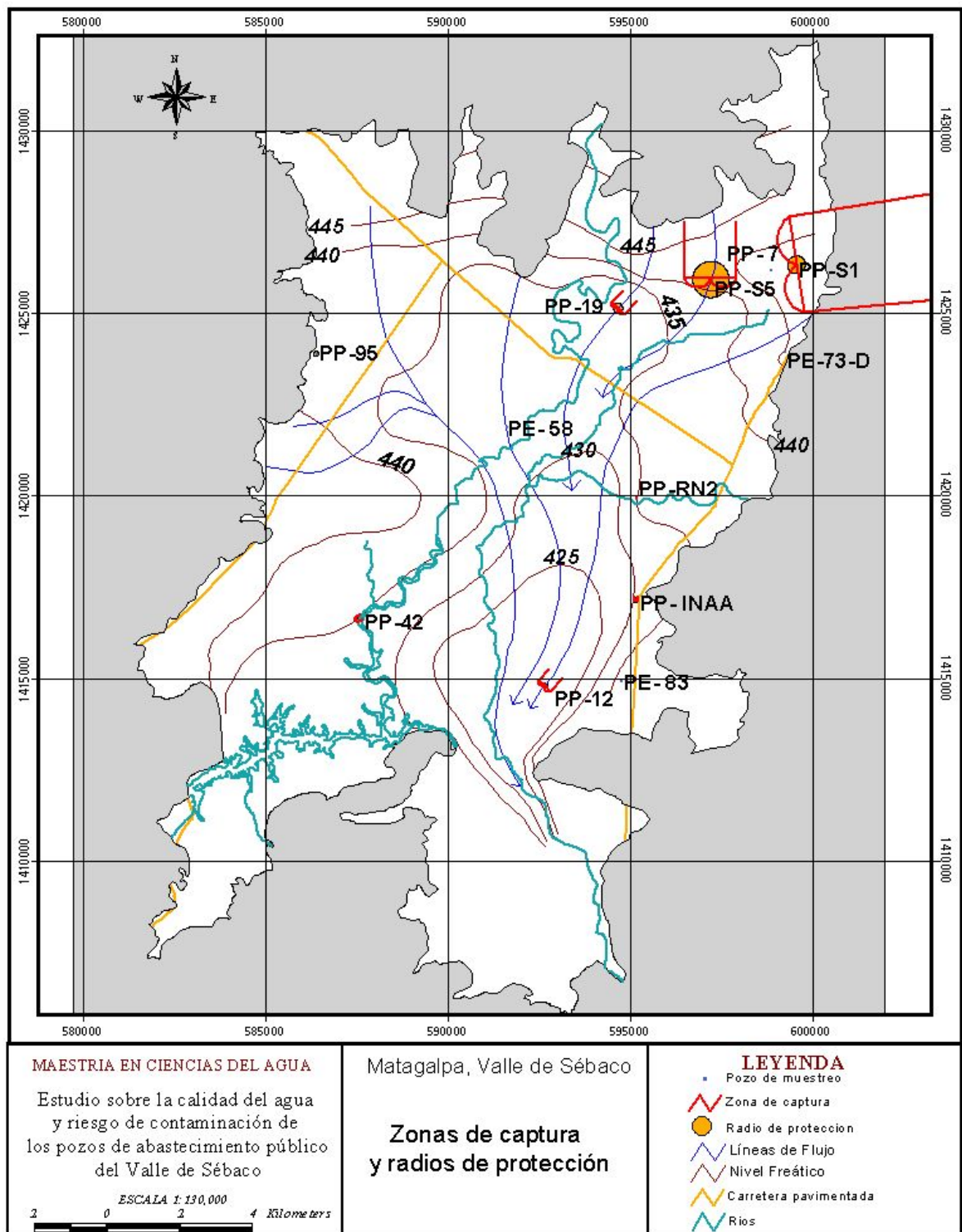
i: Gradiente hidráulico inducido por bombeo.

Φ : Porosidad del acuífero.

En la tabla 3, se muestran los resultados de las distancias en metros o radios de protección para los pozos municipales de abastecimiento público.

Tabla 3 Valores de los radios de protección de pozos municipales perforados y excavados del Valle de Sébaco.

Pozos	Distancia (m)
PP-S1	29
PP-12	48
PP-42	43
PP-S5	40
PP-RN2	7
PP-INAA	47
PP-19	55
PP-95	39



Mapa 5 - Zonas de captura y radios de protección de los pozos de abastecimiento Público del Valle de Sébaco, 2002

4.2 Hidroquímica

En este capítulo se muestran los resultados de los análisis físico-químicos obtenidos en este estudio (2002) y además se hace una comparación con los datos recopilados de otros estudios realizados en años anteriores (1987-2000) en los cuales se analizaron 121 pozos perforados y 91 pozos excavados.

Para la caracterización hidroquímica del acuífero del Valle de Sébaco se utilizó la información de los análisis físico-químicos proporcionados por el departamento de hidrogeología de INETER, que fueron generados en el período 1987-2000.

Se analizaron las concentraciones de los macroconstituyentes iónicos del agua, además se representaron los parámetros influyentes de la calidad del agua en mapas de contenidos de isovalores de hierro, nitratos, cloruros, pH, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos. La información generada en este estudio y la consultada se han reflejado en mapas hidroquímicos con el fin de representar el carácter hidroquímico del acuífero a través de símbolos convencionales.

El tipo de agua bicarbonatada cálcica está relacionado con aguas de zonas de recarga. La recarga en el acuífero procede de las montañas circundantes y de la infiltración de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa (recarga lateral). Existen zonas importantes de entradas de flujos en el Valle, producto de las precipitaciones, las que corresponden a las zonas de San Isidro y Finca El Cacao.

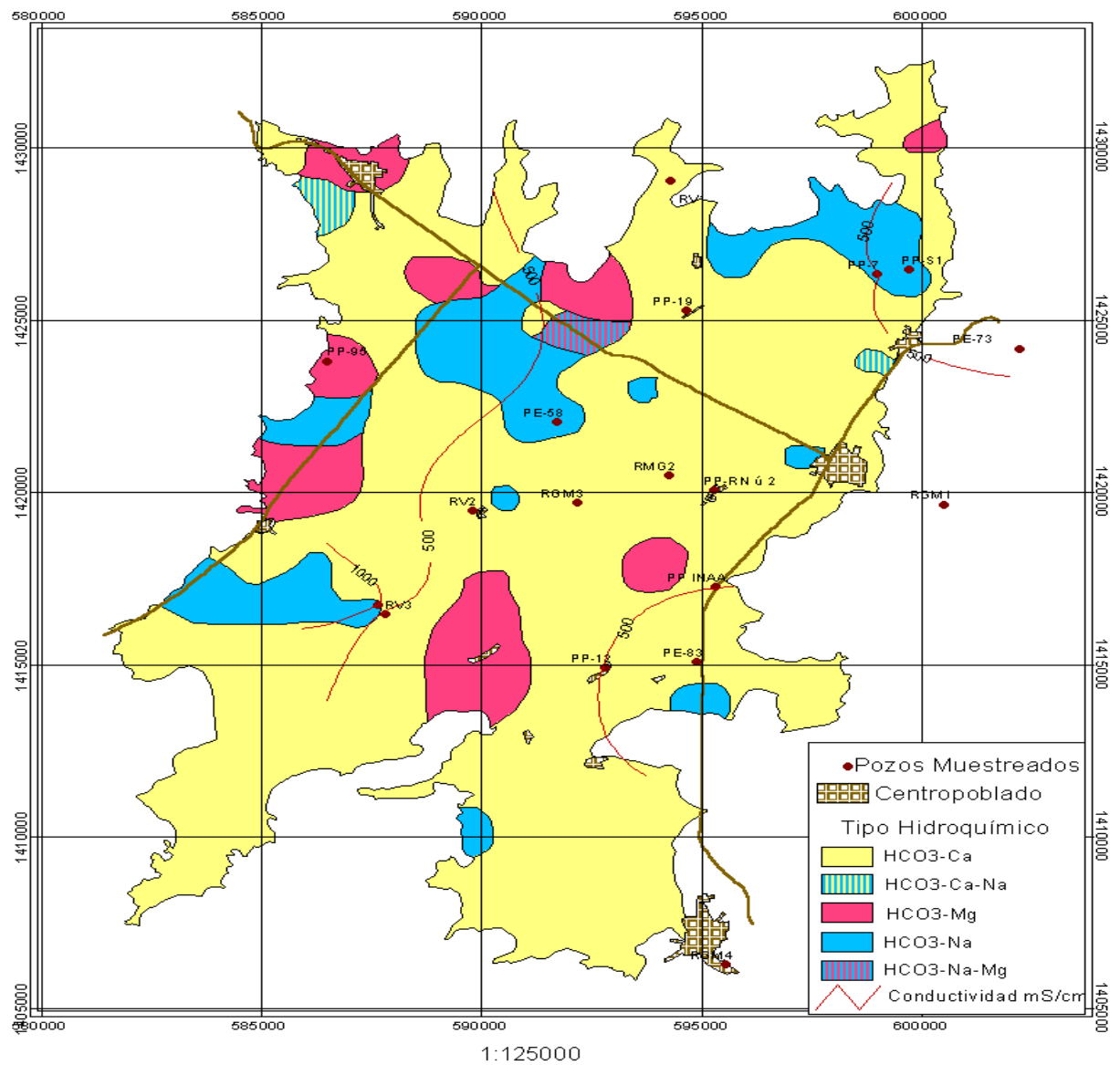
La recarga del acuífero tiene lugar preferentemente por infiltración superficial y no por alimentación de flujos subterráneo a través de fracturas o accidentes estructurales de las formaciones volcánicas colindantes.

El predominio de las aguas bicarbonatadas cálcicas en la región se explica debido a las características topográficas y litológicas del lugar, por ejemplo las gravas y arenas son generalmente bicarbonatadas cálcicas.

Según los resultados obtenidos en éste estudio se determinó que el tipo hidroquímico del agua es bicarbonatado cálcico, seguido de la bicarbonatada sódica y por último la bicarbonatada magnésica. En el mapa 6 se muestra el tipo hidroquímico del agua del Valle Sébaco, 2002).

Según los resultados obtenidos durante el período 1987-2000 relacionados a la distribución espacial del agua, se determinó un tipo hidroquímico que es la bicarbonatada cálcica, cubriendo casi el 80% del área de estudio, seguido de la carbonatada sódica, continuando la bicarbonatada magnésica y por último en pequeñas proporciones la bicarbonatada cálcica sódica.

Haciendo una relación en cuanto al tipo de agua en los períodos 1987-2000 y el correspondiente a este estudio se puede decir que no existe evolución hidroquímica natural, probablemente esto se deba a la litología del acuífero las cuales son rocas no solubles, al corto recorrido de las aguas por el Valle y la poca permanencia de las mismas resultado de la pequeña distancia entre la zona de recarga y la zona de descarga que se produce a través del Embalse La Virgen esto conlleva a que no ocurra solubilidad de la roca. En ambos períodos el tipo de agua que prevalece en mayor proporción es la bicarbonatada cálcica, seguida de la bicarbonatada sódica y por último la bicarbonatada magnésica.



Mapa 6 -Tipo hidroquímico del Valle de Sébaco, 2002

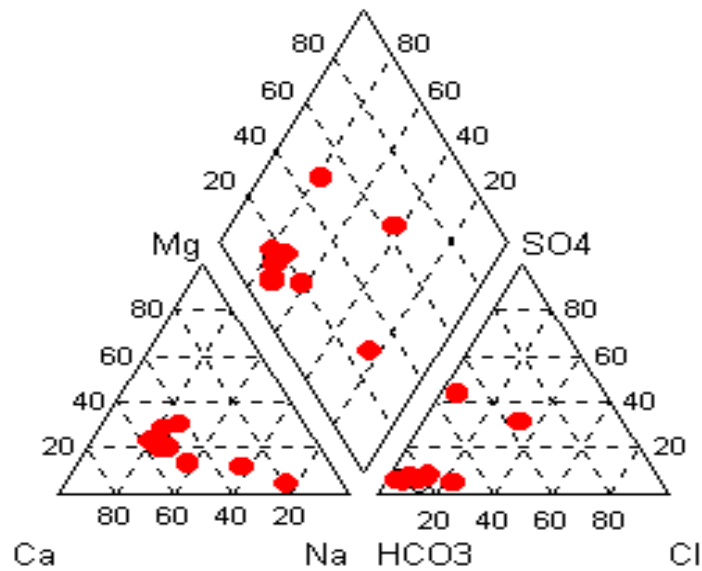


Gráfico1: Diagrama de Piper Tipo Hidroquímico (HCO₃-Ca; HCO₃-Na; HCO₃-Mg) de los pozos perforados y excavados de abastecimiento público del Valle de Sébaco, Julio 2002. .

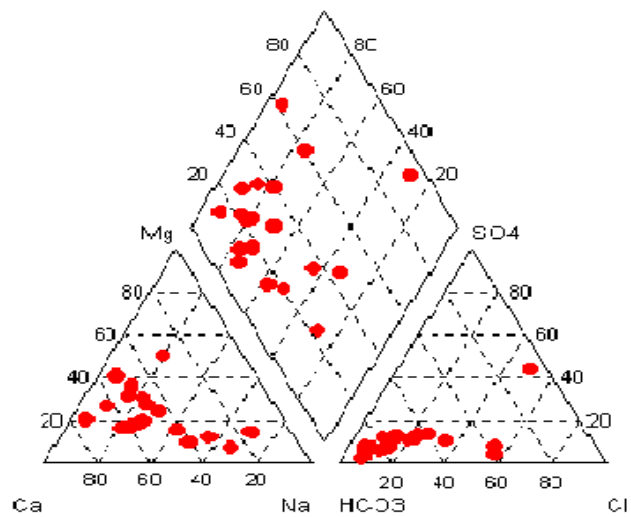


Gráfico 2 Diagrama de Piper, tipo hidroquímico (HCO₃-Ca; HCO₃-Na; HCO₃-Mg; HCO₃-Ca-Na) de los pozos perforados y excavados del Valle Sébaco, 1987-2000.

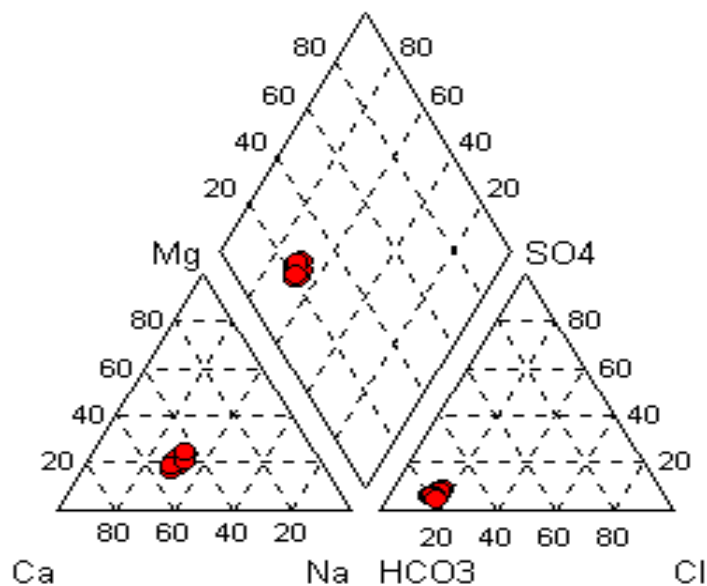


Gráfico3: Diagrama de Piper, Tipo hidroquímico ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$) de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa - Valle de Sébaco, Julio 2002.

4.2.1 Calidad hidroquímica

Para la evaluación de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales se tomaron como referencia los valores guías correspondientes a las normas CAPRE para consumo humano”, aprobadas por el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana, publicadas en Marzo, 1994. Los iones estudiados están descritos en la tabla 6 y fueron discutidos aquellos que sobrepasaron las normas.

4.2.1.1 Cationes predominantes

Los resultados del ión Potasio (tabla 6) obtenidos en este estudio correspondiente a los pozos perforados y excavados estuvieron entre 1,37 a 4,8 mg l⁻¹ presentando el menor valor el pozo excavado PE-73 situado en los cardones Sébaco y el mayor valor lo presentó el pozo excavado PE-58, situado en la hacienda San Benito Sébaco. Las concentraciones detectadas de este ión no sobrepasan los valores máximos admisibles establecidos por las normas CAPRE (10 mg l⁻¹).

En general la mayoría de los pozos del Valle de Sébaco analizados en el período 1987-2000 presentaron concentraciones del ión potasio (K⁺) por debajo del valor máximo admisible por la norma CAPRE, a excepción de algunos pozos que presentaron valores (> 40 mg l⁻¹) que sobrepasaron el valor máximo admisible (10 mg l⁻¹), entre ellos se pueden mencionar tres pozos excavados y un pozo perforado del Valle de Sébaco. Es posible que las concentraciones detectadas en el rango normal de ión potasio se deba al corto tiempo de circulación del agua y el poco contacto con el material litológico. El ión Potasio es absorbido por las arcillas en formación para ser parte de su estructura, de ahí que las aguas naturales posean menos potasio que sodio. Las concentraciones por encima de la norma reflejan una contribución de origen antropogénico, que podría estar relacionado con el uso de fertilizantes en el suelo (ej.: Completo, NKP)

Las concentraciones de Na (tabla 6) detectadas en los pozos estudiados alcanzaron valores hasta de 188,5 mg l⁻¹, correspondiente al pozo PP-95 (La Lagunita); sin embargo ninguno de las concentraciones obtenidas sobrepasaron los valores guías de las normas CAPRE (200 mg l⁻¹). La concentración detectada de Na en el pozo PP-95 está muy cercana al valor guía lo cual podría no ser apropiado la utilización como fuente de agua potable debido a que es común en Nicaragua utilizar cloro para su purificación, este ión Cl⁻ unido a las concentraciones de Na⁺ en el agua pudiera afectar la calidad del agua, produciendo un sabor salobre. La concentración del ión sodio detectada en el PP-95 probablemente se deba a los cambios de bases con arcillas del mismo

suelo, éstas tienden a retener irreversiblemente al ión potasio (K^+) y liberarán al ión sodio (Na^+); esto se corroboró al realizar los cálculos de las relaciones iónicas (rNa^++K^+/rCl^-), dando como resultado que la mayor concentración correspondió al ión sodio.

Por otro lado se verificó la presencia del ión Na por medio del cálculo del Índice de Cambio de Base (icb), para ello se agruparon los pozos pertenecientes a una misma zona y tomando en cuenta la dirección del flujo del agua subterránea (mapa 4), se observó una disminución del valor icb desde el PP-95 hasta el PP-42 indicando ablandamiento del agua (cambio de iones calcio y magnesio por iones sodio).

Otro aspecto de interés para observar los cambios en la calidad del agua, es la relación Magnesio / Calcio (rMg/rCa) (tabla 4) la cuál aumentó indicando que el calcio ha sido fijado al terreno comprobándose una vez más el ablandamiento del agua. Los cambios de bases son fenómenos acusados especialmente en los minerales de arcilla que poseen un grado notable de capacidad de quimisorción (Custodio & Llamas, 2001). En cuanto a los cambios de bases de los pozos PP-S1 y PP-7; la relación rMg/rCa se mantuvo constante indicando equilibrio entre sus iones, mientras que el icb aumentó indicando un cambio de bases de endurecimiento del agua (cambio de iones Na^+ por iones Ca^{++} y Mg^{++}).

Comparando las relaciones iónicas para los siguientes grupos de pozos (PP-7, PP-19); (PE-73, PP-RN2); (PP-INAA, PE-83); se obtuvo que los valores de icb calculados a partir de la ubicación de éstos y dirección del flujo (tabla 4) disminuyen indicando ablandamiento del agua; así mismo la relación rMg/rCa aumentó (el terreno toma del agua iones calcio y cede a ésta iones magnesio). Comprobándose el ablandamiento del agua.

Las concentraciones del Ión Sodio en los pozos del Valle de Sébaco analizadas en el período 1987-2000 presentaron en su mayoría concentraciones por debajo del valor máximo admisible, a excepción de un pozo que sobrepasó la norma de

calidad el cual corresponde al pozo excavado (PE-2) situado en “Las Calabazas” Ciudad Darío con un valor de $1\,052\text{ mg l}^{-1}$ (anexo 1).

La presencia del ión Na en altas concentraciones en el pozo antes mencionado puede atribuírsele al cambio de bases (iones K^+ por iones Na^+) de las arcillas del mismo origen, en este cambio de bases el potasio tiende a ser fijado irreversiblemente no así el ión sodio (Custodio & Llamas, 2001). Así como a la presencia del agua de lluvia la cual contiene concentraciones considerables de este ión entre $0,3$ y $3,0\text{ mg l}^{-1}$ (Matveyen y Bashmakova, 1964).

Los índices de cambio de bases calculados en los puntos de muestreo del río Grande de Matagalpa muestran que a partir de la zona media 1 existe un aumento de éstos ($1,051$, $1,115$ y $1,316$), indicando que en estos tramos del río se produjo un cambio de bases con tendencia al endurecimiento del agua. Lo anterior se verificó mediante el aumento de la salinidad del agua debido a que los valores de icb aumentaron paulatinamente. La salinidad aumenta desde la zona alta hasta la zona baja en dirección del flujo mientras que la relación rK/rNa disminuye en esta misma dirección. Con la tendencia de ésta relación se puede deducir los aportes artificiales de este ión K^+ por el uso de fertilizantes del suelo.

Los valores de icb calculados en los puntos de muestreo del río Viejo mostraron el siguiente comportamiento: Desde la zona alta hasta la zona media el icb disminuyó indicando ablandamiento del agua. Por otro lado para este mismo tramo del río la relación rMg/rCa aumentó fijando el terreno iones calcio y cediendo al agua iones magnesio comprobándose de esta manera el ablandamiento del agua. En cuanto al valor de icb desde la zona media hasta la zona baja ésta experimentó un ligero aumento por lo tanto refleja endurecimiento del agua en cambio las relaciones rMg/rCa y rK/rNa se mantienen casi constantes.

Los cálculos realizados para determinar el índice de cambios de bases (tabla 5) en los tres puntos de muestreo del río Viejo reflejaron valores negativos confirmándose el tipo de roca en el área de estudio las cuales son de origen volcánico.

Tabla 4. Resultados de las relaciones iónicas en pozos perforados y excavados.

Pozos	rMg/Ca	rK/rNa	icb
PP-S1	0,421	0,025	-5,22
PP-7	0,401	0,038	- 9,025
PP-19	0,726	0,048	-3,729
PE-73	0,281	0,016	- 2,11
PP-RN2	0,418	0,089	-0,883
PP-INAA	0,417	0,087	-1,122
PE-83	0,376	0,016	- 1,099
PE-58	0,586	0,141	- 3,790
PP-12	0,378	0,080	- 2.620
PP-95	0,245	0,009	- 2,027
PE-42	0,395	0,012	- 0.641

Nota: el icb negativo significa que el tipo de roca es de origen volcánico

Tabla 5. Resultados de las relaciones iónicas en los ríos Viejo y Grande Matagalpa.

Sitio de Muestreo	rMg/Ca	rK/Na	icb
Río Grande de			
Zona Alta	0,439	0,210	-1,388
Zona Media 1	0,340	0,179	-1,051
Zona Media 2	0,370	0,177	-1,115
Zona Baja	0,399	0,159	-1,316
Río Viejo			
Zona Alta	0,468	0,250	-1,694
Zona Media	0,565	0,255	-1,13
Zona Baja	0,565	0,259	-1,513

Los resultados de los cationes (tabla 6, 7 y 8) reflejan que las variables físico-químicas analizadas en los pozos y los ríos no sobrepasan las normas CAPRE. ($10 \text{ mg l}^{-1} \text{ K}$; $200 \text{ mg l}^{-1} \text{ Na}$; $100 \text{ mg l}^{-1} \text{ Ca}$; 30 mg l^{-1}).

Los resultados de los iones K^+ , Na^+ , Ca^{++} y Mg^{++} correspondientes al Río Grande de Matagalpa están reflejados en la tabla 7. Las concentraciones más altas de los iones potasio, sodio, calcio y magnesio correspondieron a la zona baja con valores de $4,61 \text{ mg l}^{-1}$, $16,85 \text{ mg l}^{-1}$, $22,6 \text{ mg l}^{-1}$ y $5,4 \text{ mg l}^{-1}$ respectivamente. Los resultados de los iones K^+ , Na^+ , Ca^{++} y Mg^{++} correspondientes al río Viejo se muestran en la tabla 8. El ión potasio presentó concentraciones en el rango de $4,41$ y $4,51 \text{ mg l}^{-1}$. En las zonas alta y baja del río las concentraciones fueron similares.

Las concentraciones del ión sodio presentaron valores menores a los $10,5 \text{ mg l}^{-1}$. Los resultados de las concentraciones del ión calcio fueron similares en las tres zonas de muestreo en el río Viejo, alcanzando valores de hasta 13 mg l^{-1} ; Las concentraciones del ión magnesio presentaron poca variación entre $3,68$ y $4,28 \text{ mg l}^{-1}$ en los tres sitios de muestreo (zona alta, media y baja).

Tabla 6 Resultados de los análisis físico-químicos de los pozos del Valle de Sébaco

Parámetros Físico-Químicos/Unidades	Puntos de Muestreos										
	PE-73	PP-S1	PP-7	PP-19	PE-58	PP-42	PP-95	PE-83	PP-12	PP-INAA	PP-RN2
Turbidez (UNT)	0,73	0,24	0,64	4,35	26,40	0,41	0,97	0,60	1,65	0,27	1,05
PH (unidades de pH)	6,97	7,62	7,55	7,13	7,55	7,67	7,48	7,78	7,58	7,18	7,51
Conductividad 24°C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	558	685	484	428	411	1148	1039	807	507	496	386
Color Verdadero (mg l ⁻¹ Pt.Co)	5,00	< 5,00	< 5,00	5,00	25	< 5,00	5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Calcio (mg l ⁻¹)	56,68	80,56	55,06	38,86	40,56	70,20	42,12	98,77	61,53	59,91	44,93
Magnesio (mg l ⁻¹)	9,57	20,37	13,26	16,94	14,28	16,66	6,20	22,333	13,99	14,97	11,29
Sodio (mg l ⁻¹)	50,50	46,50	33,15	27,20	19,80	148,50	188,50	54,50	30,70	24,15	19,73
Potasio (mg l ⁻¹)	1,37	2,06	2,16	2,25	4,80	2,94	2,94	1,47	4,22	3,63	3,04
Cloruro (mg l ⁻¹)	25,48	11,85	7,09	9,33	7,30	141,24	97,02	40,70	14,14	19,11	17,64
Nitratos (mg l ⁻¹)	7,09	1,66	1,46	9,16	13,80	1,65	2,19	20,77	4,46	15,24	2,14
Sulfatos (mg l ⁻¹)	18,95	25,20	16,63	12,43	82,47	184,07	29,01	36,80	20,02	16,97	9,47
Carbonatos (mg l ⁻¹)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Bicarbonatos (mg l ⁻¹)	272,95	427,54	297,53	241,91	120,15	263,81	509,34	432,48	289,60	263,97	212,72
Dureza Total (mg l ⁻¹)	180,81	284,85	191,92	166,67	160	243,75	130,65	338,35	211,09	211,09	158,57
Alcalinidad Total (mg l ⁻¹)	223,70	350,35	243,80	198,25	98,45	216,20	417,40	354,40	237,35	216,30	174,32
Alcalinidad a la Fenolft (mg l ⁻¹)	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67
Sílice Disueltos (mg l ⁻¹)	92,53	63,06	65,56	84,47	34,30	88,40	93,77	91,93	82,10	73,20	62,35
Nitritos (mg l ⁻¹)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,019	0,294	0,003	0,003	0,006	0,005	< 0,003	< 0,003
Amonio (mg l ⁻¹)	< 0,005	< 0,005	0,107	0,026	0,47	0,244	< 0,005	< 0,005	0,008	0,037	< 0,005
Fluoruros (mg l ⁻¹)	0,47	0,20	0,18	0,21	0,38	0,34	0,89	0,41	0,21	0,20	0,23
Hierro Total (mg l ⁻¹)	<0,04	<0,04	<0,04	0,42	1,41	<0,04	0,22	0,11	0,19	<0,04	0,08
Boro (mg l ⁻¹)	0,24	0,25	0,16	0,16	0,17	0,21	0,14	0,23	0,09	0,15	0,15
Temperatura campo °C	26,5	28,8	27,5	27,5	26,4	32,2	31,7	27,00	27,8	27,8	27,3
Sólidos Totales (mg l ⁻¹)	398	438	334	298	388	771	682	558,50	359	342	266
Sólidos Disueltos (mg l ⁻¹)	390,50	435	314	296	319	763	656	553,0	352	325	254
Sólidos Suspensos (mg l ⁻¹)	7,50	3,00	20	2,00	69,0	8,00	26,00	5,500	7,00	17,00	12,00
Fósforo Total (mg l ⁻¹)	0,120	0,013	< 0,005	0,091	2,30	< 0,005	0,007	0,142	0,022	0,062	0,121
Fósforo Total Disuelto (mg l ⁻¹)	0,093	< 0,005	< 0,005	0,087	2,144	< 0,005	< 0,005	0,140	0,020	0,046	0,102
Ortofosfato (mg l ⁻¹)	0,081	< 0,005	< 0,005	0,084	1,340	< 0,005	< 0,005	0,114	0,011	0,037	0,075
Oxígeno Disuelto (mg l ⁻¹)	5,74	5,74	2,67	4,92	6,35	5,12	3,07	6,34	3,48	5,93	6,34
PH de Campo	6,7	7,3	7,3	6,4	7,2	7,4	7,2	7,3	7,1	7,0	6,9

Tabla 7 - Resultados analíticos físico-químicos del río Grande de Matagalpa.

Parámetros Físico-Químicos/Unidades	Puntos de muestreo			
	Zona alta	Zona media 1	Zona media 2	Zona baja
Turbidez (UNT)	103,40	65,40	76,40	54,80
PH	8,19	8,26	8,13	8,06
Conductividad 24 °C $\mu\text{s.cm}^{-1}$	212	213	216	233
Color Verdadero mg.l^{-1} Pt-Co	60	< 5,00	50	40
Calcio (mg l^{-1})	20,24	21,45	21,86	22,26
Magnesio (mg l^{-1})	5,40	4,42	4,91	5,40
Sodio (mg l^{-1})	13,88	14,06	14,26	16,85
Potasio (mg l^{-1})	4,22	4,31	4,31	4,61
Cloruros (mg l^{-1})	10,83	12,50	12,57	3,01
Nitratos (mg l^{-1})	3,26	3,67	3,63	3,60
Sulfatos (mg l^{-1})	7,54	9,20	8,09	9,02
Carbonatos (mg l^{-1})	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Bicarbonatos (mg l^{-1})	95,73	94,83	98,03	105,72
Dureza Total (mg l^{-1})	72,73	71,71	74,4	77,77
Alcalinidad Total (mg l^{-1})	78,5	77,7	80,35	86,65
Alcalinidad a la Fenolftaleína (mg l^{-1})	< 1,67	< 1,67	< 1,67	< 1,67
Sílice Disuelto (mg l^{-1})	40,34	38,96	42,7	40,08
Nitritos (mg l^{-1})	0,087	0,043	0,044	0,034
Amonio (mg l^{-1})	< 0,005	0,024	< 0,005	0,077
Fluoruros (mg l^{-1})	0,18	0,26	0,24	0,18
Hierro Total (mg l^{-1})	5,90	3,10	4,25	2,80
Boro (mg l^{-1})	0,09	0,12	0,14	0,21
Temperatura de Campo °C	28,1	27,7	25,8	27
Sólidos Totales (mg l^{-1})	294	255,50	264	222
Sólidos Disueltos (mg l^{-1})	156	175	160,45	194
Sólidos Suspensos (mg l^{-1})	138	80,50	103,55	28
Demanda Bioquímica de O_2 (mg l^{-1})	4,6	2,32	2,90	2,61
Demanda Química de O_2 (mg l^{-1})	38	36	30	28
Fósforo Total (mg l^{-1})	0.241	0.224	0.285	0.253
Fósforo Total disuelto (mg l^{-1})	0,180	0,179	0,192	0,209
Ortofosfato (mg l^{-1})	0,154	0,146	0,157	0,170
Oxígeno disuelto (mg l^{-1})	7,79	7,78	7,57	7,37
PH de Campo	7,7	7,5	7,4	7,7

Tabla 8 - Resultados analíticos físicos químicos del Río Viejo

Parámetros Físicos -Químicos	Sitios de Muestreo y concentraciones		
	Zona alta	Zona media	Zona baja
Turbidez (UNT)	71,80	84,40	77,70
PH	8,10	7,84	7,88
Conductividad 24 °C ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	146,70	143,50	148,30
Color Verdadero (mg l^{-1} Pt-Co)	100,00	100,00	80
Calcio (mg l^{-1})	12,96	12,48	12,48
Magnesio (mg l^{-1})	3,68	4,28	4,28
Sodio (mg l^{-1})	10,56	10,08	10,18
Potasio (mg l^{-1})	4,51	4,41	4,51
Cloruros (mg l^{-1})	7,56	9,16	7,90
Nitratos (mg l^{-1})	1,88	1,80	1,92
Sulfatos (mg l^{-1})	4,25	3,78	4,80
Carbonatos (mg l^{-1})	< 2,00	< 2,00	< 2,00
Bicarbonatos (mg l^{-1})	67,27	75,74	75,74
Dureza Total (mg l^{-1})	47,47	48,70	48,75
Alcalinidad Total (mg l^{-1})	55,10	62,10	62,10
Alcalinidad a la Fenolftaleína (mg l^{-1})	< 1,67	< 1,67	< 1,67
Sílice Disuelto (mg l^{-1})	38,01	39,95	37,28
Nitritos (mg l^{-1})	0,050	0,019	0,021
Amonio (mg l^{-1})	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fluoruros (mg l^{-1})	0,05	0,05	< 0,03
Hierro total (mg l^{-1})	2,90	4,20	3,84
Boro (mg l^{-1})	0,05	0,10	0,10
Temperatura de Campo	29,2	26,2	28,2
Sólidos Totales (mg l^{-1})	187	244	198
Sólidos Disueltos (mg l^{-1})	116,52	119,25	120,61
Sólidos Suspensos (mg l^{-1})	70,48	124,75	77,39
Demanda Bioquímica de O_2 (mg l^{-1})	3,07	1,7	2,29
Demanda Química de O_2 (mg l^{-1})	24	36	34
Fósforo Total (mg l^{-1})	0,137	0,180	0,175
Fósforo Total Disuelto (mg l^{-1})	0,081	0,112	0,083
Ortofosfato (mg l^{-1})	0,078	0,084	0,078
Oxígeno Disuelto (mg l^{-1})	7,79	7,32	6,76

En el mapa 7 se muestra la distribución de hierro en forma de isoconcentraciones correspondiente a este estudio. En general los pozos perforados y excavados en este estudio muestran valores de hierro total entre $< 0,04$ a $1,41 \text{ mg l}^{-1}$. De los once pozos analizados únicamente dos presentaron concentraciones de hierro (Fe) por encima del valor guía $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ (CAPRE 1994); estos corresponden al pozo PP-19 con una concentración de $0,42 \text{ mg l}^{-1}$ ubicado en Las Conchitas y el pozo PE-58 con una concentración de $1,41 \text{ mg l}^{-1}$ ubicado en la hacienda San Benito

Se realizó una comparación de las concentraciones detectadas en el período de 1987-2000 de los datos proporcionados por el INETER y se observó que de los 91 pozos excavados únicamente cinco pozos sobrepasaron el valor máximo admisible entre los que se encuentran los pozos PE-38, PE-49, PE-30, PE-2 y PE-28, estos valores estuvieron entre el rango de $0,33$ a $1,45 \text{ mg l}^{-1}$ presentando el menor valor los dos primeros pozos y el mayor valor el último pozo en el orden en que fueron escritos. De los datos correspondientes a los 121 pozos perforados analizados únicamente seis pozos sobrepasaron el valor máximo admisible, siendo estos los pozos PP-35, PP-94, PP Santa Isabel N° 1, PP-carreta quebrada N° 2, PP-12 y PP-F-5-96. Las concentraciones detectadas estuvieron en el rango de $0,35$ a $3,31 \text{ mg l}^{-1}$ la menor concentración la presentaron los dos primeros pozos y la mayor concentración el último pozo respectivamente.

Los resultados de hierro total encontrados en el río Grande de Matagalpa (tabla 7) variaron entre $2,8$ a $5,9 \text{ mg l}^{-1}$; la zona alta y la zona media 2 son las que presentaron las mayores concentraciones de hierro $5,9$ y $4,25 \text{ mg l}^{-1}$ respectivamente. Las concentraciones de hierro total encontradas en el río Viejo correspondiente a este estudio estuvieron entre $2,9$ a $4,2 \text{ mg l}^{-1}$, encontrándose el mayor valor en la zona media.

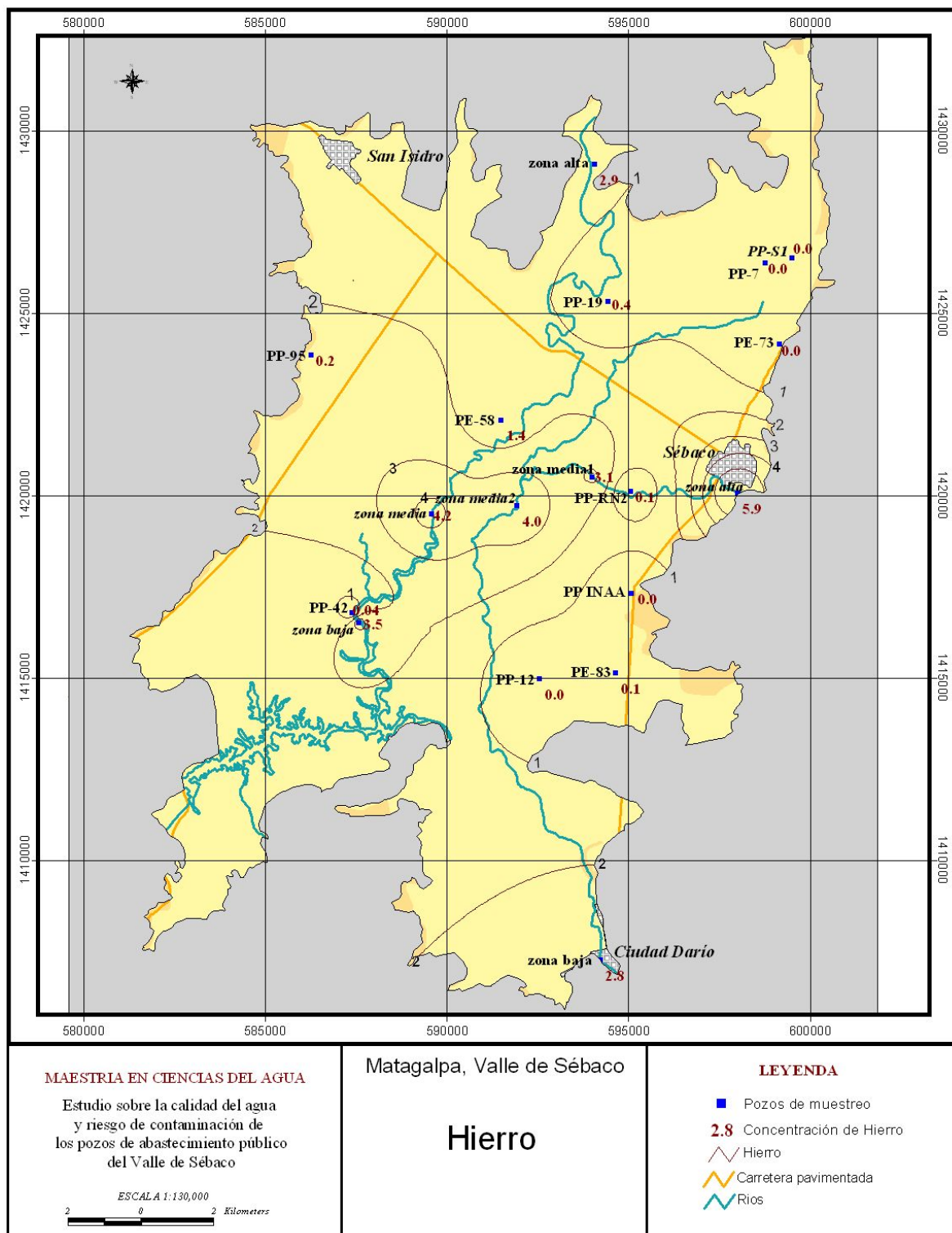
La procedencia de hierro en las aguas de los ríos antes mencionados está ligada a la extensiva erosión del suelo y a la geología del lugar el cual contiene de forma estructural, rocas compuestas por los minerales de cuarzo, feldespatos potásico

(ortosa) y mica negra (biotita), minerales ferromagnéticos (piroxeno anfíboles) que son transportadas por medio de las precipitaciones hacia las aguas superficiales (ríos), las cuales contienen considerables concentraciones del ión en forma de sales (Custodio & Llamas, 2001).

El hierro se presenta en el agua como carbonato ácido o sales complejas y también formando parte de sales orgánicas. El hierro se precipita cuando el agua se oxigena, formando el Fe(OH)_3 y produce una mancha de herrumbre de color rojizo que se observa comúnmente en las aguas de los ríos en estudio.

Los ríos Viejo y Grande de Matagalpa desde la parte superior de su cuenca arrastran materia orgánica proveniente de la pulpa del café y aguas mieles (residuos del beneficiado del café), las cuales le imprimen un olor, color y sabor desagradable al agua, deteriorando su calidad y provocando el rechazo de la población que podría utilizarla para consumo humano.

Las concentraciones de hierro en el agua subterránea (pozos) probablemente se deba al tipo de roca, según registros litológicos se conoce que el material más abundante es la arcilla semiplástica de color café, limos arcillosos, limos y arcillas que tienen abundancia de minerales ferromagnésico como olivino. Existe la posibilidad que el aporte de hierro hacia las aguas subterráneas sea de origen natural.



Mapa 7 Iso-concentraciones de hierro Valle de Sébaco, Julio, 2002

4.2.1.2 Aniones predominantes

En general, los pozos (tabla 6) del Valle de Sébaco seleccionados en el estudio actual, presentaron concentraciones del ión nitrato (rango entre 1,46 y 20,77 mg l⁻¹), por debajo del valor máximo admisible (50 mg l⁻¹). En el Río Grande de Matagalpa (tabla 7) se detectaron concentraciones del ión nitrato entre 3,26 a 3,67 mg l⁻¹; mientras que concentraciones menores fueron detectadas en el Río Viejo (tabla 8) rango entre 1,8 y 1,92 mg l⁻¹ (mapa 8).

En anexo 2, se presentan en un mapa las isoconcentraciones de nitratos del período 1987-2002 con el objetivo de realizar una comparación de las concentraciones obtenidas en este estudio y en programas anteriores (INETER, 1987-2000).

Durante el período 1987- 2000, fueron estudiados 121 pozos de los cuales cuatro pozos presentaron concentraciones que sobrepasaron las normas de calidad de agua para consumo humano (Normas CAPRE, 1994), con valores desde 56 a 156 mg l⁻¹. Los pozos en mención fueron: PP-120 (56,64 mg l⁻¹) San Isidro, PE-28 (95 mg l⁻¹) Las Tunas, PE-4 (72,60 mg l⁻¹) Las Palomas Sébaco y Chaguitillo PP-F5-96 (156 mg l⁻¹).

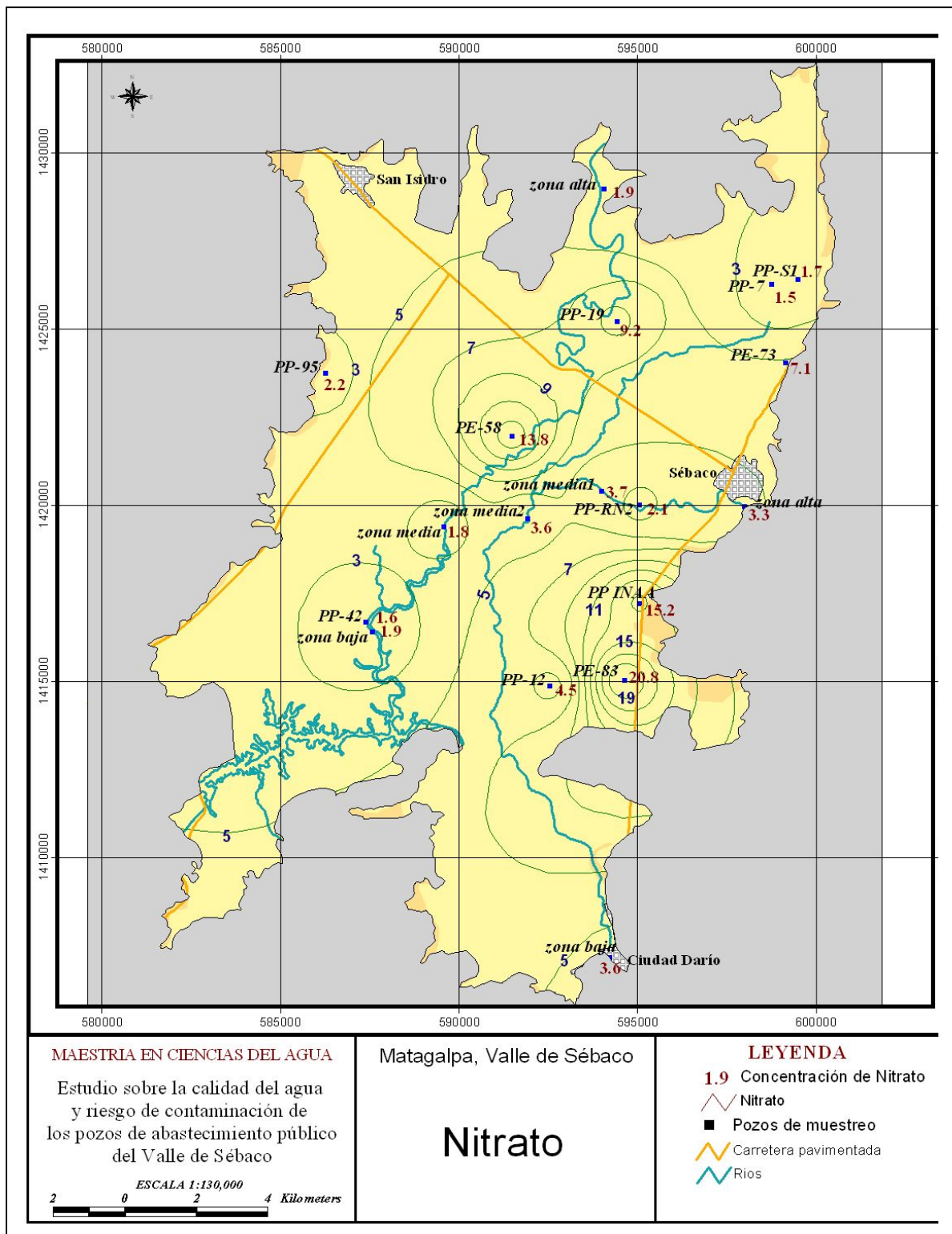
La principal causa de contaminación por nitratos podría haber estado relacionada a la existencia de letrinas próximas a los pozos (PE-28 y PE-4), debido a su mala ubicación al momento de la construcción. Es probable que se produjo lixiviación de los desechos (ej.: heces fecales, orina de origen animal, humano y mala ubicación de los depósitos de basura) hacia el manto acuífero. La lixiviación de residuos de nitrato hacia los pozos se facilita a través de las fracturas y grietas en el material del suelo (arcilla, limo arcilloso, arena gruesa y fina), el cual es característico de la zona de estudio.

Además se observó durante las giras de campo que existe actividad ganadera lo cual contribuye al aporte de las concentraciones de nitratos en el suelo. El ganado

defeca al aire libre y a la orilla de los ríos, durante la estación lluviosa, las corrientes arrastran este material orgánico que se encuentra en la superficie del suelo hacia los ecosistemas acuáticos. Cuando el suelo se satura y se ha agotado su capacidad de absorción de agua, se inicia el proceso de infiltración hacia las capas más profundas del suelo llegando al manto acuífero produciéndose la lixiviación.

Otra entrada de contaminación de nitratos proviene de los fertilizantes nitrogenados utilizados en la agricultura. El pozo F-5-96 está situado en medio de cultivos, lo cual propicia su contaminación. Es importante mencionar que los abonos naturales son utilizados por el agricultor, el cual mezcla el estiércol del ganado con la tierra durante su preparación para la siembra. El pozo PP-120 está directamente ubicado en la ciudad y no hay indicios de presencia de cultivos cerca; sin embargo presentó contaminación por nitratos, la cual pudiera estar relacionada con procesos de lixiviación de heces fecales de origen humano producto de la mala ubicación de las letrinas cerca del pozo.

Las concentraciones del ión sulfato (tabla 6) en los pozos estudiados variaron en el rango desde (9,47 a 184,07 mg l⁻¹). Los resultados del ión sulfato no sobrepasaron el valor máximo admisible por las normas CAPRE (250 mg l⁻¹); aunque la concentración más alta detectada en el pozo PP-42 no sobrepasa el valor guía, existe un peligro potencial de que este alcance el valor máximo, lo cual puede ser evitado si se toman medidas preventivas como es la restricción del uso de fertilizantes y plaguicidas que en su composición contienen sulfato



Mapa 8 – Iso-concentraciones de nitrato, Valle de Sébaco 2002

Los resultados del ión Fluoruro (tabla 6) correspondientes a los pozos seleccionados en este estudio estuvieron en el rango entre 0,18 a 0,89 mg l⁻¹, registrándose la mayor concentración en el pozo PP-95 La Lagunita, sin embargo este pozo no sobrepasa el valor máximo admisible para agua potable (0,7–1,5 mg l⁻¹) de acuerdo a las normas CAPRE. La solubilidad del ión fluoruro aumenta cuando en el agua se presentan concentraciones de sodio ≥ 200 mg l⁻¹ (Custodio & Llamas, 2001), la concentración de sodio en el pozo PP-95 fue de 188,5 mg l⁻¹, permitiendo mayor solubilidad del fluoruro. En el Río Grande de Matagalpa las concentraciones de fluoruro variaron entre 0,18 a 0,26 mg l⁻¹, en el río Viejo los valores estuvieron entre <0,03 y 0,05 mg l⁻¹.

De los datos analizados correspondientes a los pozos perforados y excavados del período 1987-2000, dos pozos sobrepasaron los valores máximos admisibles de iones fluoruros, siendo éstos: PE-30 y PE-7, cuyas concentraciones fueron de 1,70 y 400 mg l⁻¹ respectivamente. El pozo excavado PE-7 superó al resto de valores en 266,6 veces. Como se mencionó en el capítulo I, el Valle de Sébaco presenta rocas de origen volcánico, por lo tanto las aguas que se desarrollaron en este tipo de rocas generalmente contienen concentraciones elevadas de los siguientes iones Li⁺, F⁻, SiO₂, B, S²⁻ y CO₂ (Davis & Dewiest, 1996).

4.2.1.3 Parámetros físicos y organolépticos

Los resultados de temperaturas (tabla 6) medidos en los pozos seleccionados en este estudio variaron en un rango desde 26 a 32 °C. Los pozos perforados PP-42 y PP-95 registraron valores mayores de temperatura a 32°C con respecto a los otros pozos estudiados. Los valores de temperatura se corresponden proporcionalmente con la conductividad eléctrica, es decir que al aumentar la temperatura se registra un aumento en la conductividad eléctrica. Similares valores de temperatura fueron registrados durante el muestreo realizado en el mes de Marzo del 2002, correspondiente a este estudio.

En el período 1987-2000 en los cuales se registraron temperaturas entre 24 y 31 °C, el agua mantuvo la temperatura de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. Los valores de temperatura antes mencionados se consideran normales debido a que no se refleja presencia de termalismo, las temperaturas no alcanzaron valores superiores a los 35°C en este estudio. Sin embargo en el estudio de (A Plata, 1998) se observó un importante termalismo en la mitad occidental del Valle con temperaturas que alcanzaron 35 °C en el pozo 3 - 3

Los valores de pH medidos en los pozos municipales (tabla 6) en este estudio mostraron rangos entre 6,9 a 7,8 unidades de pH, los cuales se encuentran dentro de los patrones de las aguas naturales (6,5 y 8,5 unidades de pH). Valores similares de pH fueron registrados en el río Viejo los cuales estuvieron entre 7,8 y 8,1 unidades de pH; por el contrario en el río Grande de Matagalpa se registraron valores ligeramente superiores rango entre 8,1 y 8,3. Los resultados reflejan que las aguas subterráneas (pozos) y superficiales monitoreadas presentaron un comportamiento natural, indicando que sus propiedades son excelentes desde el punto de vista de este parámetro.

Por otro lado los valores de pH detectados en el presente estudio y los registrados en años anteriores no presentaron grandes variaciones. En el período 1987-2000 los valores de pH estuvieron dentro del rango 6,8 y 9,1. En el período en mención el pozo PP-23, ubicado en Los Mangos-Sébaco, registró un valor de pH ligeramente alcalino (9,1 unidades de pH).

Los valores de turbidez registrados en los pozos (municipales y de riego) estuvieron en un rango de 0,24 a 26,40. Los pozos municipales presentaron valores de turbidez entre 0,24 y 4,35 UNT. El pozo PE-58 utilizado para riego presentó el valor más alto (26,40 UNT) de turbidez. El valor máximo permisible de turbidez es de 5,00 UNT (Normas CAPRE, 1 994). En la tabla 9 se presentan los valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos medidos en los pozos municipales.

Tabla 9 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos en pozos perforados y excavados

Pozos municipales	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Turbidez	0.24	26	13
pH	7	8	7
Conductividad	386	1 148	767
Color verdadero	<5	25	15
Dureza total	131	338	235

Los valores de turbidez detectados en el río Viejo alcanzaron valores de hasta 85 UNT. En el río Grande de Matagalpa se registraron valores de turbidez entre 55 y 103 UNT. De acuerdo a los valores de turbidez obtenidos en los ríos, las aguas no son aptas para consumo humano y recreación, debido a que éstos sobrepasaron el valor máximo permisible por las Normas CAPRE y Guías de Calidad de Agua Recreacionales y Estética (Normas Canadienses 1998) respectivamente.

La turbidez registrada en ambos ríos se debe principalmente a la cantidad de sólidos en suspensión, producto del arrastre de materia viva y muerta (ej.: pulpa de café), desperdicios domésticos (ej.: residuos de alimentos), excremento animal, residuos industriales (ej.: aguas mieles del beneficiado del café), erosión extensiva del suelo (ej.: actividades agrícolas). El valor alto de turbidez en el pozo PP-58, probablemente se deba a la falta de protección del mismo y a su mala ubicación, el cual se encuentra a pocos metros de la pista de fumigación facilitando la introducción de material particulado arrastrado por el viento.

El color medido en los pozos estudiados presentó valores menores de 5 hasta 25 mg l⁻¹ Pt-Co. En el río Grande de Matagalpa se observaron valores desde < 5,00 y

60 mg l⁻¹ Pt-Co; mientras que los valores medidos en el río Viejo fueron superiores a los del río Grande de Matagalpa, rango entre 80 y 100 mg l⁻¹ Pt-Co, el valor guía de las normas CAPRE es de 15 mg l⁻¹ Pt-Co.

Es probable que el color en las aguas de los ríos y en los pozos PP-19 y PE-58 sea producto de las altas concentraciones de hierro total detectadas en los diferentes sitios de muestreo. El agua natural generalmente debe estar lo suficientemente clara para que un disco secchi sea visible a un mínimo de 1,2 m (Guías de Calidad del Medio Ambiente de Canadá, 1998). Desde el punto de vista estético un agua destinada para uso potable debe ser incolora (cristalina) de lo contrario produce rechazo por parte de la población consumidora. Las concentraciones de color registrados en los pozos y ríos por encima del valor guía indican que debe realizarse un tratamiento químico con el objetivo de remover el color producto de partículas en suspensión. En la tabla 10 se presentan los valores mínimos, máximos y promedios de los parámetros físicos y organolépticos medidos en el río Grande de Matagalpa

Tabla 10 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos, río Grande de Matagalpa.

Río Grande Matagalpa	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Turbidez	55	103	79
pH	8	8	8
Conductividad	212	233	223
Color verdadero	<5	60	33
Dureza total	72	78	75

Los valores de conductividades (tabla 6) registrados en los sitios de muestreos, estuvieron en el rango de 380 a 1148 $\mu\text{s cm}^{-1}$. Los pozos PP-42 y PP-95 presentaron valores de conductividades (1 148 $\mu\text{s cm}^{-1}$ y 1 039 $\mu\text{s cm}^{-1}$) por encima del valor guía (400 $\mu\text{s cm}^{-1}$, Normas CAPRE, 1994).

En el mapa 2 están reflejados los puntos de muestreos con la ubicación de cada pozo. Se puede observar que el pozo PP-42, ubicado en el sitio “La Majadita”, se encuentra aproximadamente a una distancia de 500 m del río Viejo y de acuerdo al mapa 4, el cual muestra las isofreáticas del Valle de Sébaco, la dirección del flujo es norte-este, misma dirección en la que se encuentra el pozo PP-42, lo cual sugiere que existe un aporte considerable de sales disueltas provenientes de las aguas del río viejo, ocurriendo un incremento en los valores de conductividad de las aguas del pozo PP-42.

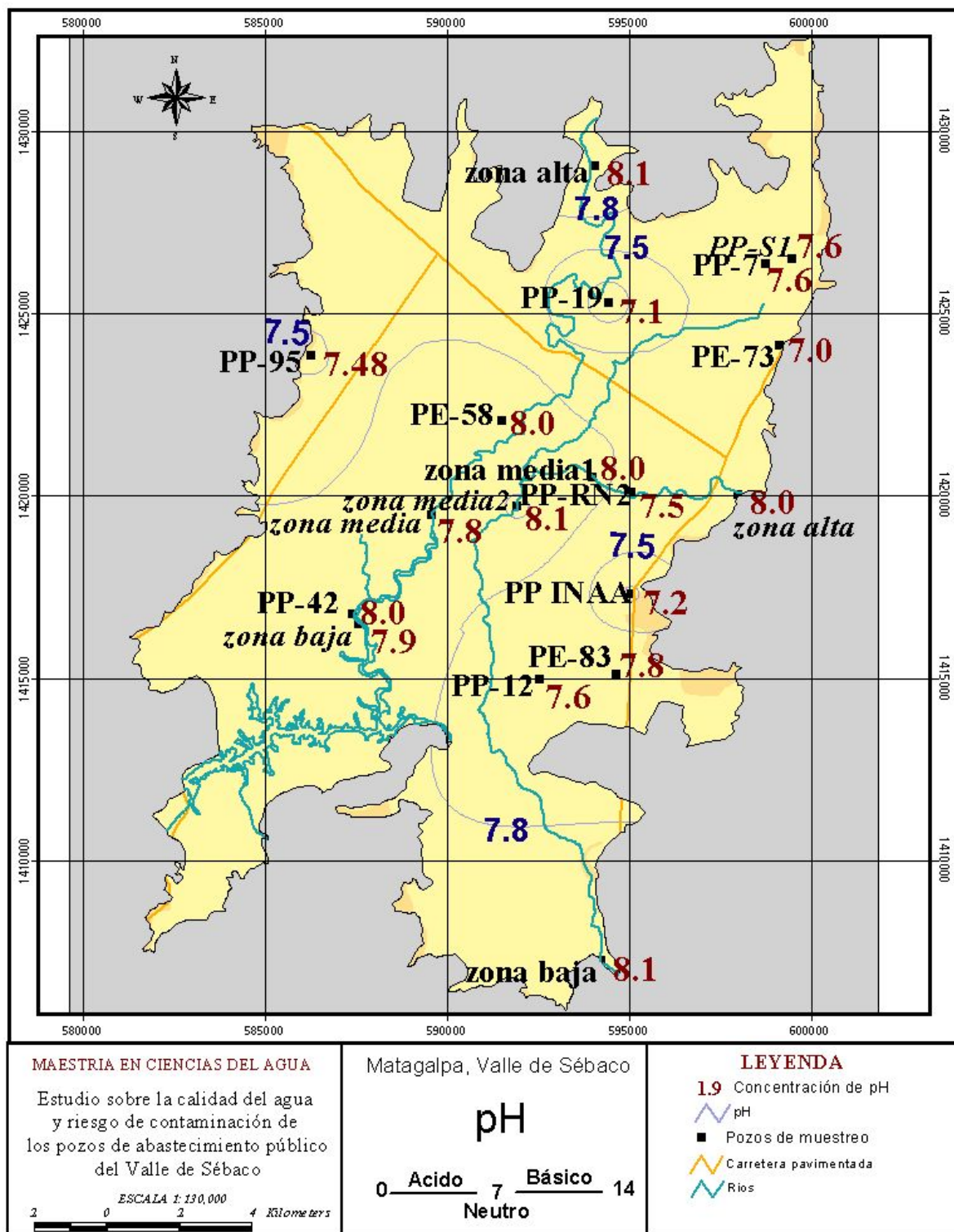
El pozo PP-95 está ubicado en los bordes del valle siendo ésta una zona de recarga con materiales de alta permeabilidad. Los valores de conductividad detectados en el pozo PP-95 se corresponden con las mediciones (682 mg l^{-1}) de sólidos totales disueltos (STD); así como también los valores de temperatura medidos (31,7 °C) en este pozo. Otra fuente de la salinidad reflejada en este pozo puede ser a través de la infiltración del agua de riego, la cual incorpora mayor cantidad de sales como producto de la adición de sales al terreno al momento de la siembra. El agua de lluvia también contribuye con menores cantidades de sales, tanto el agua de riego como de lluvia alcanzan el agua subterránea en este sitio.

Las conductividades de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa estuvieron en el rango de 148 y 233 $\mu\text{s cm}^{-1}$ respectivamente. Los valores de conductividades detectados en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa están relacionados con los valores de sólidos totales disueltos (STD), en los cuales se detectaron concentraciones de 187; 244; 198 mg l^{-1} en las zonas alta, media y baja en el río Viejo y 294; 255; 264, 222 en las zonas alta, media 1, media 2 y baja del río

Grande de Matagalpa. En los pozos perforados y excavados los valores de STD estuvieron entre 266 a 771 mg l⁻¹ detectándose las concentraciones más altas en los pozos PP-S1 (438 mg l⁻¹), PP-42 (771 mg l⁻¹), PP-95 (682 mg l⁻¹) y PE-83 (558,5 mg l⁻¹); relacionando las concentraciones detectadas de STD en los ríos como en los pozos puede apreciarse que el agua subterránea presenta concentraciones mayores debido al mayor tiempo de contacto que tiene el agua con las rocas lo cual permite una mayor disolución de los minerales en comparación con las aguas superficiales donde el tiempo de contacto con las rocas es menor. En general los resultados de conductividad en este estudio reflejan aguas más salinizadas en el sector nor-oeste de San Isidro en comparación con los otros sectores estudiados en el Valle.

Los resultados de conductividades correspondientes al período 1987-2000 se representan en el mapa 2 (anexo 2), en el cual se registraron valores desde 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ hasta 9 600 $\mu\text{S cm}^{-1}$; Las mayores conductividades se detectaron en el sur del Valle de Sébaco en el sector de Ciudad Darío, lo que se encuentra en correspondencia con el tipo de material litológico (calcáreo) de la zona. Es posible que ocurra una mayor disolución de las rocas calcáreas debido a los valores de pH encontrados (<6.8) que son ligeramente ácidos (mapa 9).

Otro aspecto a considerar es la salinidad en el agua de los pozos la cual aumenta con la profundidad bajo el nivel freático. En este sector los pozos presentan profundidades entre 50 y 60 m, lo cual conlleva a un mayor tiempo de permanencia del agua en el terreno acompañado por cambios de presión, favoreciendo una mayor mineralización en el agua subterránea.



4.2.1.4 Dureza

Las concentraciones de dureza (tabla 6) detectadas tanto en los pozos municipales (PE-73, PPS-1, PP-42, PE-83, PP-12, PP-RN2, PP-19, PP-95, PP-INAA) como en los pozos utilizados para riego (PP-7 y PE-53) indican que son aguas duras. Las concentraciones estuvieron en el rango de 130 a 338 mg l⁻¹.

Según la clasificación de las aguas de acuerdo al valor de dureza, los pozos PE-73, PP-S1, PP-42, PE-83, PP-12, PP-INAA y PP-7 son aguas extremadamente duras (180 y 338 mg.l⁻¹). Los valores de dureza registrados en los pozos se encuentran muy cercanos al valor máximo admisible de las Normas CAPRE (400 mg l⁻¹ CaCO₃). Con una ligera disminución en las concentraciones de dureza los PP-19, PE-58, PP-95 y PP-RN2 (valores entre 130 y 166 mg l⁻¹) se clasificaron como aguas duras.

La dureza de las aguas proviene del contenido de iones alcalinos térreos esencialmente iones Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺, los cuales son disueltos con mayor dificultad en comparación con los iones Na⁺, K⁺ y SiO₂.

Las concentraciones de dureza cuantificadas en el Río Viejo presentaron rangos entre 47,5 y 48,8 mg l⁻¹, los valores reflejan que son aguas blandas indicando que su composición es principalmente proveniente de agua de lluvia. Ligeramente mayores concentraciones de dureza se registraron en el Río Grande de Matagalpa, los resultados estuvieron entre 72 y 78 mg l⁻¹, su clasificación corresponde a aguas moderadamente duras. En la tabla 11 se muestran valores mínimos, máximos y promedios de los parámetros físicos y organolépticos medidos en el río Viejo.

Tabla 11 - Valores mínimos, máximos y promedios de parámetros físicos y organolépticos, río Viejo.

Río Viejo	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Turbidez	72	84	78
pH	8	8	8
Conductividad	148	144	290
Color verdadero	100	100	100
Dureza total	48	49	24

4.2.1.5 DBO₅ y DQO en aguas superficiales

Los índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO). En los tres puntos de muestreo seleccionados en el río Viejo se registraron valores de DBO₅ en el rango de 1,7 a 3,1 mg l⁻¹. De conformidad con el decreto 33-95 el valor máximo permisible del promedio diario de DBO₅ debe de ser 120 mg l⁻¹ en aguas utilizadas para riego. Con respecto a los valores de DQO del mismo río, éstos variaron entre 24 y 36 mg l⁻¹. La concentración máxima permisible de DQO para aguas de riego es de 200 mg l⁻¹, por consiguiente los valores medidos en los puntos estudiados estuvieron por debajo de los valores guías establecidos en el decreto 33-95.

Los valores de DBO₅ (tabla 7) reportados para los puntos de muestreo en el río Grande de Matagalpa mostraron valores entre 2,3 a 4,6 mg l⁻¹. Similar comportamiento en los valores de DQO encontrados en el río Viejo presentó el río Grande de Matagalpa los cuales estuvieron entre 28 y 38 mg l⁻¹. Estos valores

fueron comparados con los emitidos por el decreto 33-95, reflejando que los mismos no sobrepasan los valores establecidos por el decreto. Desde el punto de vista de los parámetros de DBO_5 y DQO las aguas de los ríos pueden ser utilizadas para riego en los diferentes cultivos de la zona de estudio.

Las aguas superficiales destinadas para consumo humano no deben contener un valor de DBO_5 superior a 4 mg l^{-1} (Rodier, 1981). El valor más alto de DBO_5 ($4,6 \text{ mg l}^{-1}$) correspondió a la zona alta del río Grande de Matagalpa, probablemente sea producto del arrastre de materia orgánica proveniente de las zonas cafetaleras, ubicadas en la parte alta de la cuenca del río; por lo tanto en esta zona, el agua del río no puede ser considerada para consumo humano.

La relación DBO_5/DQO se emplea para evaluar las posibilidades de éxito de los procesos biológicos en el tratamiento de las aguas residuales, así como el porcentaje de la materia orgánica que puede ser degradado fácilmente por la acción bacteriana. La relación DBO_5/DQO en aguas residuales domésticas es aproximadamente de 0,5 (CEPIS/ OPS/OMS, 1991).

Las relaciones DBO_5/DQO calculadas en el río Grande de Matagalpa presentaron el siguiente comportamiento: Zona alta fue de 0,12; zona media 1 de 0,06; zona media 2 de 0,10; zona baja de 0,10; indicando que entre el 6% y el 12% de la materia orgánica pudiera ser biodegradable y que el resto (94% al 88%) es resistente a la degradación.

La zona media 1, es la que presentó la menor biodegradación de las aguas del río, probablemente debido a que esta zona del río está más impactada por el uso de la tierra (ej.: actividades agrícolas) que el resto del área estudiada. En esta zona se comprobó el uso intensivo de agroquímicos (orgánicos) por medio de los resultados analíticos que evidencian la presencia de plaguicidas (organoclorados, fosforados y carbamatos) en el agua del río.

En el río Viejo las relaciones de DBO_5/DQO fueron: Zona alta de 0,12; zona media de 0,05 y zona baja de 0,07. El valor más alto de biodegradación de la materia orgánica fue del 12% correspondiente a la zona alta. Las zonas media y baja del río fueron las que presentaron los valores más bajos de las relaciones entre la DBO_5 y DQO . De nuevo el impacto de la agricultura una vez más comprueba que las concentraciones de plaguicidas (metomil, aldicarb y etil-paratión), detectadas en ambas zonas (media y baja) pudiera estar contribuyendo a su menor biodegradación.

Las relaciones calculadas en ambos ríos reflejaron concentraciones menores a 0,5 indicando que los compuestos están siendo degradados parcialmente o con dificultad y que los procesos biológicos son inhibidos o retardados como resultado de los efectos tóxicos de las sustancias orgánicas e inorgánicas (ej.: plaguicidas) presentes en la zona de estudio.

4.2.1.6 Nutrientes

Los resultados de nutrientes en el río Viejo (tabla 8) alcanzaron las siguientes concentraciones: Nitrato de 1,8 a 1,9 mg l^{-1} , amonio $< 0,005 \text{ mg l}^{-1}$; nitrito de 0,019 a 0,050 mg l^{-1} ; fosforo total de 0,137 a 0,180 mg l^{-1} ; fosforo total disuelto de 0,081 a 0,112 mg l^{-1} ; ortofosfato 0,078 mg l^{-1} a 0,084 mg l^{-1} . Mientras que en el río Grande de Matagalpa (tabla 7) las concentraciones estuvieron ligeramente mayores nitratos 3,26 a 3,67 mg l^{-1} , amonio desde $< 0,005$ a 0,077 mg l^{-1} ; nitrito de 0,034 a 0,087 mg l^{-1} ; fosforo total disuelto de 0,179 a 0,209 mg l^{-1} ; fósforo total de 0,224 a 0,285 mg l^{-1} ; ortofosfato de 0,146 a 0,170 mg l^{-1} .

Las concentraciones de fósforo total en las aguas naturales no contaminadas, están comprendidas entre amplios límites desde menos de 1,0 $\mu\text{g l}^{-1}$ hasta niveles extremos en lagos salinos cerrados $> 200\,000 \mu\text{g l}^{-1}$ (Wetzel, 1981).

Los valores de los nutrientes medidos en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa se deben principalmente entre otras causas: A la carga orgánica que recibe el río

Grande de Matagalpa de las lagunas de oxidación de la ciudad de Matagalpa, aguas residuales de los beneficios de café, escorrentía proveniente de las áreas cultivadas de los alrededores de los ríos que contienen fertilizantes nitrogenados y fosforados.

Las formas inorgánicas limnológicamente importantes del fósforo son los ortofosfatos (PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$), los cuales son solubles y asimilados rápidamente por los organismos. El porcentaje de ortofosfato iónico, con respecto al fósforo total, generalmente es inferior al 5% en muchas aguas naturales (Wetzel, 1981). En nuestro caso, el porcentaje obtenido fue del 59,64%, lo que indica que existe un alto potencial de fosforo (en forma de ortofosfato) biodisponible y por consiguiente un peligro de enriquecimiento de las aguas subterráneas o cualquier otro cuerpo receptor.

Las concentraciones elevadas de ortofosfato ocasionan un crecimiento excesivo de algas, las cuales hacen que el agua adquiera un color verde claro, indicativos de una eutroficación antropogénica, que puede tener diversos orígenes entre ellos están: desechos humanos (heces fecales), desechos industriales (ej.:aguas residuales), desechos domésticos (ej.:detergentes), desechos animales (ej.: heces), alteración a la tierra (ej.:uso de fertilizantes) y vegetación (ej.:despales) lo que trae como consecuencia la erosión de la tierra a través de las escorrentías.

Las aguas residuales de la Empresa textilera PRESITEX son transportadas por el río Zanjón Negro. Este río es un afluente del río Grande de Matagalpa, el sitio de muestreo donde se unen los dos ríos fue denominado “zona media 2”, presentando las mayores concentraciones de ortofosfato; además este punto de muestreo también recibe las aguas de escorrentía de los cultivos aledaños de arroz, que aportan cantidades considerables de fósforo (fertilizantes fosforados).

En las aguas superficiales no contaminadas los valores de nitrógeno en forma de amonio ($\text{NH}_4\text{--N}$) pueden oscilar desde 0,0 hasta 5,0 mg l^{-1} ; mientras que las concentraciones en forma de nitrato ($\text{NO}_3\text{--N}$), oscilan desde 0,0 hasta 10,0 mg l^{-1} .

El amonio (NH_4) es la forma de nitrógeno más favorable energéticamente para los organismos, fácilmente asimilado por las células, puede ser consumido o utilizado por las bacterias y los productores primarios para incorporar biomasa y puede estar absorbido a la superficie del material húmico y tejidos muertos (Wetzel, 1981).

La concentración de amonio (tabla 8) detectada en los tres puntos de muestreo del río Viejo estuvo $< 0,005 \text{ mg l}^{-1}$, mientras que las concentraciones detectadas en el río Grande de Matagalpa variaron desde $<0,005$ a $0,007 \text{ mg l}^{-1}$. Los valores detectados de amonio en ambos ríos están dentro de los rangos ($0,0$ a $5,0 \text{ mg l}^{-1}$) esperados para aguas no contaminadas; sin embargo puede observarse en las tablas 7 y 8 que el nitrógeno predomina más como nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) que como amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$), esto indica que las aguas de los ríos están bien oxigenadas, ésta es una característica de las aguas de los ríos que contienen altas concentraciones de oxígeno.

Las mayores concentraciones de nitratos (tabla 7) se detectaron en el río Grande de Matagalpa. El principal aporte de nitrógeno a las aguas del río puede ser en su mayor parte en forma de nitratos. Por otro lado se pudiera estar presentando un proceso de nitrificación el que puede ser efectuado por la presencia de bacterias (Nitrobacter), hongos y organismos autótrofos (Kuznetsov, 1970). El amonio (NH_4^+) es fuertemente adsorbido a la materia particulada y coloidal en aguas alcalinas con altas concentraciones de materia orgánica húmica disuelta (Trussell, 1972), en este caso las aguas del río Grande de Matagalpa poseen valores de $8,1$ a $8,3$ unidades de pH que son ligeramente alcalinas.

Las concentraciones de ortofosfato (tabla 6) detectadas en los pozos perforados y excavados estuvieron entre $<0,005$ y $1,34 \text{ mg l}^{-1}$. La mayor concentración la presentó el pozo PE-58. Por el contrario, las menores concentraciones correspondieron a los pozos PP-S1, PP-7, PP-42, y PP-95. Las concentraciones detectadas en los pozos fueron inferiores a las encontradas en los ríos estudiados,

esto se explica debido a que las aguas subterráneas están menos expuestas a la contaminación antropogénica en comparación con las aguas superficiales.

La presencia de ortofosfato en el pozo PP-58 en una concentración mayor que el valor ($1,0 \mu\text{g l}^{-1}$) correspondiente a aguas no contaminadas, nos revela la entrada de ortofosfato de fuentes no puntuales (ej.: escorrentías de áreas cultivadas, residuos de la ganadería, etc) y puntuales (residuos de agroquímicos) hacia las aguas subterráneas.

Lo anterior sugiere que las concentraciones de ortofosfato están relacionadas con las actividades agrícolas desarrolladas en el área de estudio, principalmente con los residuos de fertilizantes utilizados en la preparación de la tierra, este pozo no se encuentra debidamente protegido. Por otro lado en el sitio donde está ubicado el pozo PE-58 existe a escasos metros una pista de fumigación, la cual evidentemente está impactando negativamente en la calidad de las aguas subterráneas.

Las concentraciones de amonio en los pozos perforados y excavados estuvieron en un rango $<0,005$ a $0,47 \text{ mg l}^{-1}$. Los rangos de amonio esperados en aguas no contaminadas varían desde $0,0$ a $5,0 \text{ mg l}^{-1}$. Al igual que en los ríos las concentraciones de nitrógeno en forma de nitrato resultaron mayores que las concentraciones de nitrógeno en forma de amonio; esto es probable debido a que el anión nitrato es bastante móvil a causa de las partículas negativas de manera que se lixivia con facilidad (Wetzel, 1981).

4.2.1.7 Oxígeno disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto (tabla 7) en el río Grande de Matagalpa estuvieron entre $7,37$ a $7,79 \text{ mg l}^{-1}$. Ligeramente menores valores de oxígeno disuelto presentó el río Viejo rango entre $6,76$ a $7,7 \text{ mg l}^{-1}$. El oxígeno disuelto es fundamental para el mantenimiento de la vida acuática, debido a que las plantas y

animales necesitan cierto nivel de oxígeno disuelto en el agua para su sobrevivencia (Mitchell et, al 1991).

Los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto en el río Grande de Matagalpa fueron de 99,52% en la zona alta; 99% en la zona media 1; 93,3% en la zona media 2 y 92,5% en la zona baja; estos valores representan porcentajes de saturación muy cercanos al 100% lo que indica que son aguas bien oxigenadas.

A pesar que los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto se encuentran dentro de los límites óptimos, se observó una ligera disminución de oxígeno desde la zona alta hasta la zona baja. Disminuciones repentinas y graduales en el oxígeno disuelto pueden ocasionar cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos desde especies tolerantes a la contaminación hasta especies no tolerantes (Mitchell *et al.*, 1991).

Uno de los parámetros físicos que influye en la cantidad de oxígeno disuelto es la salinidad, la cual reduce hasta cierto punto la solubilidad del oxígeno (Green and Carrit, 1967). A medida que la conductividad eléctrica aumentó ($212 \mu\text{s cm}^{-1}$ zona alta y $233 \mu\text{s cm}^{-1}$ zona baja) el oxígeno disuelto disminuyó desde $7,79 \text{ mg l}^{-1}$ (zona alta) hasta $7,37 \text{ mg l}^{-1}$ (zona baja).

En el río Viejo los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto fueron de 101% en la zona alta; 90% en la zona media y 86,36% en la zona baja. Esta última zona presentó una menor saturación, lo cual puede ser producto de la descomposición de los desechos de productos ganaderos (ej.: leche, queso, mantequilla, crema), actividad agrícola (ej.: agroquímicos); así como los desechos humanos (orina y heces fecales) de pobladores que habitan en los alrededores de la zona de estudio.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en los pozos estuvieron entre 2,67 a $6,35 \text{ mg l}^{-1}$. Los pozos PE-58 ($6,35 \text{ mg l}^{-1}$), PP-RN2 ($6,34 \text{ mg l}^{-1}$) y PE-83 ($6,34 \text{ mg l}^{-1}$)

mostraron mayores concentraciones que los pozos PP-7 (2,67 mg l⁻¹), PP-95 (3,07 mg l⁻¹) y PP-12 (3,48 mg l⁻¹).

En el subsuelo existen pocas reacciones que producen oxígeno la fuente más importante es la atmósfera. Los pozos PE-58 y PE-83 se encuentran en contacto directo con la atmósfera (sin protección), de ahí que sus aguas presenten concentraciones de oxígeno mayores en relación con el resto de pozos estudiados.

Los porcentajes de saturación de oxígeno disuelto calculados en los pozos variaron de 34% a 79,56%, correspondiendo el menor valor al pozo PP-7. Estos porcentajes reflejan aguas menos saturadas (<100% de saturación).

4.2.1.8 Boro en pozos y ríos (Viejo y Grande de Matagalpa)

En las diferentes estaciones de muestreo del río Viejo las concentraciones de boro fueron inferiores a 0,5 mg l⁻¹. Semejantes concentraciones por debajo de 0,5 mg l⁻¹ se registraron en el río Grande de Matagalpa. El valor máximo permisible de boro para agua de riego es de 2,0 mg l⁻¹ (Ayers y Westcot, 1987). En este aspecto el agua no representa toxicidad para los cultivos.

Las concentraciones de boro en los pozos estuvieron en el rango de 0,09 a 0,25 mg l⁻¹. Estas concentraciones de boro están por debajo del valor expresado en la Guía de Calidad del Medio Ambiente de Canadá (2002), el cual es de 0,5 mg l⁻¹ y los Estándares para Agua de Consumo Humano que aplica la Comunidad Europea siendo este 0,1 mg l⁻¹. (Corney, 1985).

4.2.1.9 Calidad bacteriológica

Los análisis bacteriológicos (tabla 9) realizados en los pozos perforados y excavados seleccionados presentaron valores de coliformes totales y coliformes termotolerantes entre < 2 y 30 000 NMP/100 ml. Los valores de escherichia coli

estuvieron en un rango desde <2,0 y 1 100 NMP/100 ml. Los pozos más afectados fueron PE-73; PE-58; PE-83, el resto (PP-S1; PP-7; PP-19; PP-42; PP-95; PP-12; PP-INAA; PP-RN2) presentaron menores concentraciones rango entre <2,0 a 30 NMP/100 ml.

El pozo PE-73 ubicado en la comunidad Los Cardones, reflejó valores altos de coliformes totales 1 100 NMP /100 ml, así como la presencia de E. coli 2,00 NMP /100 ml, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano. Actualmente, el uso del agua es doméstico y de consumo humano. En este pozo el agua es extraída a través de una bomba de mecate y no se encuentra completamente protegido, ni recibe tratamiento por cloración.

La contaminación bacteriológica probablemente se debe a la falta de protección del pozo, a la escasa profundidad del nivel freático (2,9 m), así como también a la mala ubicación del pozo, el cual está situado aguas abajo del río y con respecto a la comunidad, éste se encuentra ubicado en la parte baja de la misma, de tal forma que el flujo del agua es en dirección del pozo, por lo tanto se deduce que existe una afectación directa de las actividades de la comunidad situada en la parte alta.

El pozo PE-58 mostró concentraciones de coliformes totales y coliformes termotolerantes de 5 000 NMP/100 ml y E. coli 30,0 NMP/100 ml. Se encuentra ubicado en la hacienda San Benito, el agua se extrae a través de una bomba de mecate; este pozo carece de protección y el agua es utilizada para realizar mezclas y lavados de residuos de plaguicidas. Es evidente que la presencia de estas bacterias se debe a la falta de protección del pozo, lo que se manifiesta en un alto peligro de entradas (puntuales) de contaminantes orgánicos, inorgánicos y bacteriológicos hacia las aguas subterráneas del Valle de Sébaco.

En el pozo PE-83, las concentraciones detectadas de coliformes totales y coliformes termotolerantes estuvieron en 30 000 NMP/100 ml y E. coli 1 100 NMP/100 ml. Este pozo está ubicado en la comunidad “Las Tunas” a orillas del

camino hacia Sabana Verde, Ciudad Darío. El agua es utilizada para realizar las labores domésticas y de consumo humano. En relación a la construcción del pozo, posee brocal que mide 2 m de ancho y $\frac{1}{2}$ m de alto, no tiene protección superior, por lo tanto se encuentra expuesto a la entrada de cualquier contaminante transportado por el viento (ej.: partículas de polvo, heces fecales al aire libre y aplicación de plaguicidas por medio del rociado aéreo en los cultivos). Todo lo anterior facilita su contaminación y no permiten que el agua sea apta para el consumo humano por el alto grado de contaminación bacteriológica.

Las concentraciones de Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y E. coli (<2,0 NMP/100 ml) fueron semejantes en los pozos PP-19, PP-95, PP-12, PP-INAA. Estos pozos abastecen a una población entre 134 a 295 habitantes de las comunidades de Las Conchitas, La Lagunita, El Recreo - Sabana Verde, Santa Isabel respectivamente.

Entre las principales características físicas de protección que poseen los pozos están: impermeabilización con planchas de concreto, extracción del agua con bombas de mecate y eléctrica (PP-INAA). En cuanto al uso, el agua es utilizada para consumo humano y doméstico. Su ubicación es muy cercana a escuelas, caseríos y/o poblados. Las comunidades en su mayoría no cuentan con un sistema de alcantarillado público, permitiendo que existan letrinas domiciliarias conduciendo a una mayor facilidad del transporte de contaminantes por bacterias hacia la zona saturada.

Los pozos de abastecimiento público (PP-S1, PP-42, PP-RN2) y de riego (PP-7) también registraron concentraciones variadas de Coliformes totales rango de 2,00 NMP/100 ml a 30 NMP/100 ml; Coliformes termotolerantes de <2,00 NMP/100 ml a 17,00 NMP/100 ml y E. coli <2,00 a 11 NMP/100 ml.

Las poblaciones que se benefician del suministro de agua proveniente de los pozos antes mencionados son: Ciudad de Matagalpa (PP-S1) con una población de 69,960 habitantes, este pozo pertenece a una batería de 9 pozos; La Majadita

(PP-42) con una población de 140 hab; río Nuevo 2 (PP-RN2), con una población de 178 hab. El pozo PP-7 es utilizado exclusivamente para riego en los cultivos de arroz y hortalizas.

Los pozos de abastecimiento de agua antes mencionados presentan similares características físicas de protección ante cualquier ingreso de escorrentía superficial entre las que sobresalen están: Base impermeable de concreto, brocal con 1 m de alto x $\frac{1}{2}$ m de ancho, sellado. A excepción del pozo PP-7, todos los pozos reciben tratamiento de cloración.

En el caso del pozo PP-S1, el cálculo del tiempo de tránsito de las bacterias, reflejó un tiempo de supervivencia de las bacterias en la zona saturada de 56,7 días, desde el momento que llegan al nivel freático hasta la fuente de captación, por lo tanto para seguridad del pozo debe establecerse a una distancia de 29 m de cualquier fuente de contaminación por bacterias antes que las mismas alcancen la fuente de captación. La presencia de bacterias en el PP-S1 es probable que se deba a la infiltración del agua de riego, la cual es extraída del río Viejo y es utilizada en los cultivos de arroz a 5 m del pozo.

La contaminación bacteriológica detectada en el PP-19 podría ser consecuencia de la cercanía de la letrina perteneciente a la escuela de la comunidad “Las Conchitas”. La escuela se encuentra aproximadamente a una distancia de 30 m del pozo. De acuerdo a los cálculos realizados del tiempo de tránsito de las bacterias, el pozo debería estar ubicado a una distancia de 55 m para evitar que las bacterias alcancen la fuente de captación en un tiempo de 64 días.

En el PP-42 la contaminación por bacterias probablemente se debe a la escasa profundidad del nivel freático (6,0 m) y a la cercanía de las letrinas tanto de las viviendas como de la escuela comunal, ubicadas aproximadamente a una distancia de 30 y 40 m respectivamente. La distancia a que debe estar ubicado el pozo es de 43 m de las fuentes de contaminación para evitar que las bacterias alcancen la fuente captación.

Al igual que los pozos anteriores el PP-95 se encuentra dentro de la comunidad “La Lagunita” y a una distancia de 5 m de la escuela, es probable que la presencia de bacterias, aunque en bajas concentraciones, se deba a la cercanía de las letrinas de las casas de los alrededores así como de la escuela. Los resultados de los cálculos del tiempo de tránsito de las bacterias reflejaron una distancia de 39 m de la fuente de contaminación.

Los pozos PP-12, PP-INAA y PP-RN2 deben estar ubicados a una distancia 48, 47 y 7m respectivamente de las fuentes generadoras de contaminación. Actualmente, el pozo PP-12 se encuentra 20 m de las letrinas de la comunidad. La contaminación bacteriológica en el PP-RN2 probablemente se deba a la infiltración de las aguas del río Grande de Matagalpa hacia este pozo. En la tabla 9 se muestran los resultados de los análisis bacteriológicos en los pozos del Valle de Sébaco.

Tabla 12 – Resultados de los análisis bacteriológicos en los pozos del Valle de Sébaco.

Puntos de muestreo	Parámetros		
	Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes	E. coli
PE-73	1,10 E+3	2.8 E+2	2,0 E+0
PP-S1	2,0 E+0	<2,0	<2,0
PP-7	4,0 E+0	4,0 E+0	<2,0
PP-19	<2,0	<2,0	<2,0
PE-58	5,0 E+3	5,0 E+3	3,0 E +1
PP-42	3,0 E +1	1,7 E+1	1,1 E+1
PP-95	<2,0	<2,0	<2,0
PE-83	3,0 E +4	3,0 E +4	1,1 E+3
PP-12	<2,0	<2,0	<2,0
PP-INAA	<2,0	<2,0	<2,0
PP-RN2	2,0 E+0	2,0 E+0	2,0 E+0

Las unidades de los análisis están en NMP/100 ml.

Los análisis bacteriológicos (gráfico 4) realizados en los puntos de muestreo del río Viejo reflejaron concentraciones de coliformes totales y termotolerantes en el mismo rango de 1 700 NMP/100 ml y 5 000 NMP/100 ml. Las concentraciones de E. coli estuvieron de 220 NMP/100 ml a 500 NMP/100 ml.

La zona alta presentó las mayores concentraciones Coliformes totales y termotolerantes. En la zona media las concentraciones de Coliformes totales y termotolerantes fueron menores que las de zona alta. En la zona baja se registraron las menores concentraciones de coliformes totales y termotolerantes. La zona media mostró una menor concentración de E. coli con relación a las otras dos zonas (alta y baja). En el siguiente gráfico se presentan las concentraciones de Coliformes totales, termotolerantes y E. coli detectadas en el río Viejo.

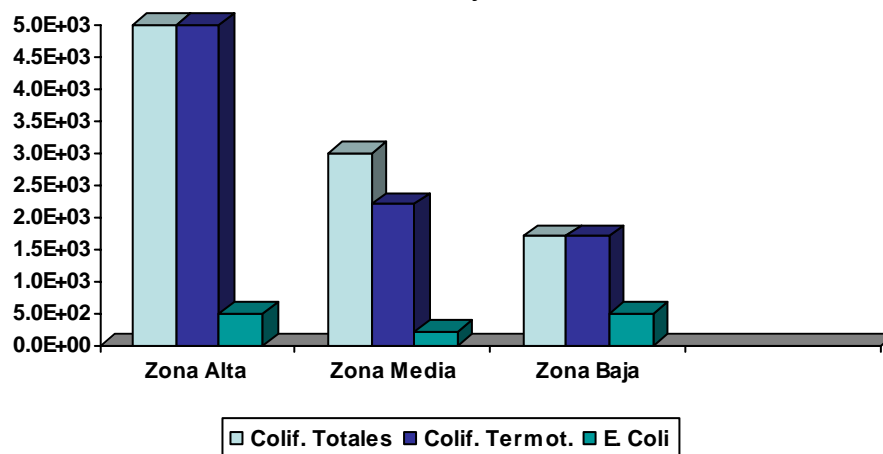


Gráfico 4 - Resultados de análisis bacteriológicos en el río Viejo

En el río Grande de Matagalpa los análisis bacteriológicos (Gráfico tal) mostraron altas concentraciones de coliformes totales, termotolerantes y E. coli. Las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes variaron entre 170 000 NMP/100 ml a 500 000 NMP/ 100 ml. La E. coli varió de 1 100 NMP/100 ml a 28 000 NMP/100 ml.

La zona media 1 registró el valor más alto de coliformes totales, termotolerantes y E. coli. En la zona alta se presentaron menores valores de Coliformes totales y termotolerantes (230 000 NMP/100 ml y 130 000 NMP/100 ml respectivamente); la concentración de E. coli fue menor (1 100 NMP/100 ml).

Las concentraciones de bacterias totales en la zona baja registraron valores 220 000 NMP/100 ml; las coliformes termotolerantes en esta zona fueron 50 000 NMP/100 ml y la E. coli fue de 11 000 NMP/100 ml.

En la zona media 2, los coliformes totales y termotolerantes estuvieron en 170 000 NMP/100 ml y la E. coli alcanzaron concentraciones de hasta 13 000 NMP/100 ml. En los distintos sitios de muestreo del río Grande de Matagalpa se encuentran asentadas poblaciones (ej.: El Limón, La Chimpinilla) con diversas actividades (ej.: ganadería, agricultura).

De acuerdo a las concentraciones bacteriológicas detectadas en los pozos y ambos ríos (Viejo y Grande de Matagalpa), el agua no es apta para consumo humano, debido a que las concentraciones de coliformes y E. coli son elevadas, el valor recomendado por las Normas CAPPRE para coliformes totales debe ser ≤ 4 ; para Coliforme fecal (mejor representado por E. coli) debe ser negativo. En caso que el agua se destinara para riego de cultivos, ésta resulta no apta.

El decreto 33-95 expresa que el valor máximo admisible de coliformes fecales en las descargas de aguas residuales tratadas y utilizadas para el riego agrícola deben contener 1 000 NMP/100 ml. Para fines recreacionales el agua de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa no debe exceder los 2 000 E. coli (Guías Canadienses, 1998) por tanto el agua no se considera apta para tal actividad. En el siguiente gráfico se muestran las concentraciones de coliformes totales, termotolerantes y E. coli detectadas en e río Grande de Matagalpa.

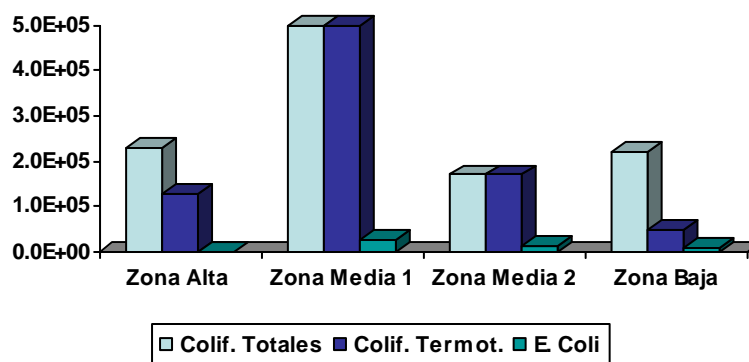


Gráfico 5 - Resultados de análisis bacteriológicos en el río Grande de Matagalpa

4.2.1.10 Clasificación de la calidad del agua superficial

Se realizó una clasificación sobre la calidad del agua superficial para uso agrícola, aplicando el índice RAS (Relación de Absorción de Sodio), la cual tiene en cuenta los valores de conductividad eléctrica del agua y el valor RAS.

En la figura 3 se presentan los rangos de conductividad clasificándose en bajo ($100 - 250 \mu\text{s cm}^{-1}$); medio ($250 - 750 \mu\text{s cm}^{-1}$); alto ($750 - 2250 \mu\text{s cm}^{-1}$) y muy alto ($>2250 \mu\text{s cm}^{-1}$) a 25°C . Por otro lado, en el eje de las Y, se ubican cuatro categorías (1 al 4), el peligro de salinización del suelo con una escala en intervalo de 2 unidades (0-30), de tal manera que utilizando la siguiente fórmula se puede calcular el índice de RAS para posteriormente interpolar dicho índice con los valores de conductividad obtenidos en los diferentes puntos de muestreo (ríos Viejo y Grande de Matagalpa).

$$RAS = \frac{rNa}{\sqrt{\frac{rCa + rMg}{2}}}$$

Donde:

r: Representa los meq l^{-1} para cada catión

Los resultados obtenidos del índice RAS en los puntos de muestreos seleccionados en el río Viejo fueron de 0,64 para los tres sitios y en el río Grande de Matagalpa fue de 0,75 para los cuatro sitios de muestreo. Los valores de conductividad registrados en los tres puntos de muestreo del río Viejo variaron entre $143,50$ y $148,30 \mu\text{s cm}^{-1}$ a 24°C de temperatura, con un valor promedio de $146 \mu\text{s cm}^{-1}$; entre tanto el río Grande de Matagalpa presentó valores de conductividad que estuvieron entre 212 y $233 \mu\text{s cm}^{-1}$ a 24°C de temperatura, con valor promedio de $218,50 \mu\text{s cm}^{-1}$.

En la misma figura 3 se puede observar que al situar los valores de conductividad con los resultados de los índices RAS calculados por medio de la fórmula se obtiene la clasificación y el tipo de agua para diferentes usos.

Con relación al peligro de salinidad del suelo, al utilizar las aguas de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa se ubican en las categorías C1-S1 (100-250), lo que indica que pueden ser utilizadas con propósitos de riego debido a que los valores son bajos (<250).

Se observó una alta correspondencia entre las concentraciones de sólidos totales disueltos (117-121 mg l⁻¹ en el río Viejo; 156-194 mg l⁻¹ en el río Grande de Matagalpa, con los valores de conductividad de los mismos ríos, por lo tanto las aguas de ambos ríos pueden ser utilizadas en una variedad de cultivos con diferentes tipos de suelos, sin peligro de alcanzar un proceso de salinidad.

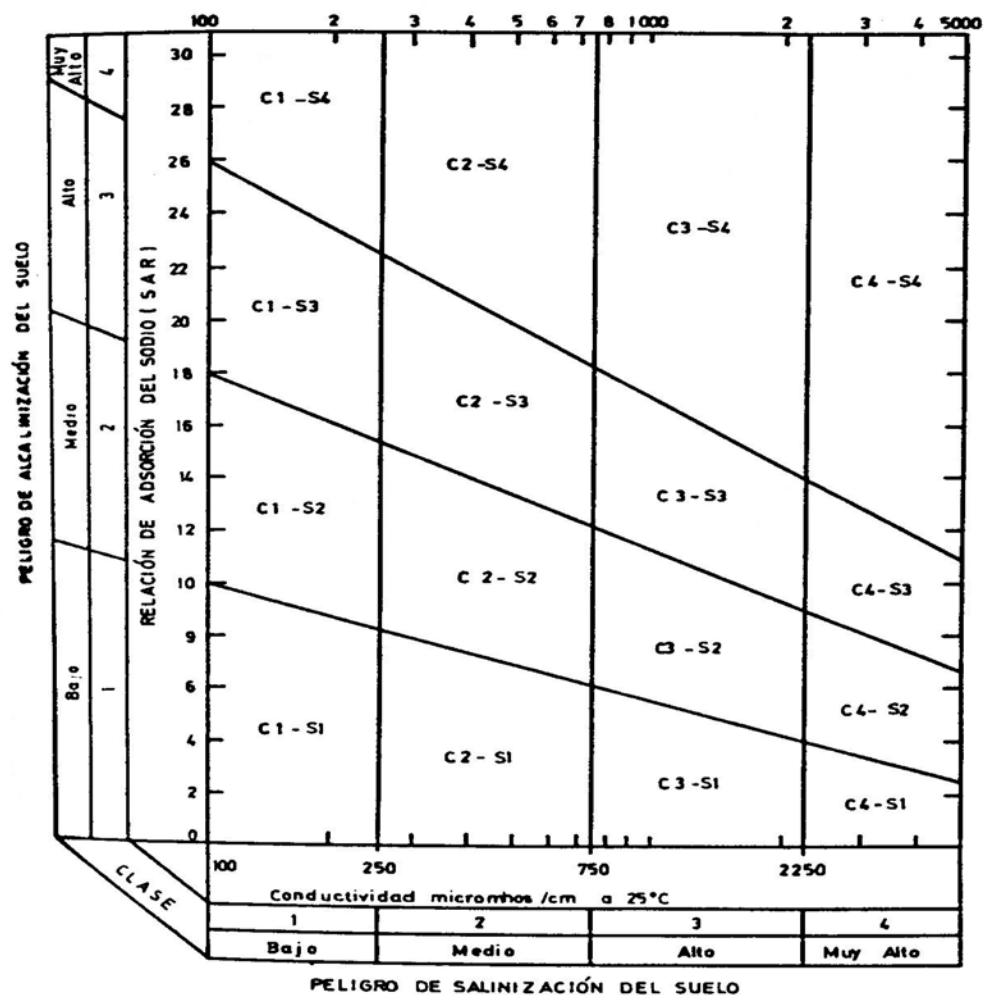


Figura 3 – Índice de relación de absorción de sodio (RAS)

Fuente: Hidrología subterránea Custodio & Llamas, 2001

4.3 COMPUESTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

4.3.1 Plaguicidas

En el Valle de Sébaco por muchos años se han utilizado diferentes tipos de plaguicidas en la agricultura principalmente en el cultivo de arroz y hortalizas como organoclorados, organofosforados y carbamatos (mapa 11). Por otro lado el Ministerio de Salud Pública a través de la Dirección General de Epidemiología, ha utilizado durante mucho tiempo, una gran diversidad de plaguicidas entre ellos organoclorados (ej.: DDT, aldrín), organofosforados (ej.: temefos), piretroides (ej.: cipermetrina y deltametrina), para el control de enfermedades transmitidas por vectores que representan serios problemas para la salud de la población de éste municipio.

El área de estudio presenta las condiciones para la proliferación del mosquito *Aedes aegypti* debido a las prácticas agrícolas que realizan, principalmente en la siembra del cultivo de arroz el cual se cultiva hasta tres veces al año predominando la forma de riego por inundación.

Es bien conocido que muchos de los plaguicidas aplicados son objeto de procesos de transporte y conversión, por lo tanto ellos no se mantienen en el sitio donde fueron aplicados, sin embargo frecuentemente entran en el medio ambiente acuático vía percolación del suelo, viento o escorrentía superficial, afectando la abundancia y diversidad de especies que no son el objetivo, produciendo efectos complejos sobre los ecosistemas y alterando las interacciones tróficas (Rand et al., 1995). Además muchos plaguicidas alcanzan el agua subterránea y sus residuos o productos de transformación que pueden permanecer por años. (Belfroid et al., 1998).

4.3.1.1 Plaguicidas Organoclorados

Los plaguicidas organoclorados analizados en los pozos y ríos del Valle de Sébaco fueron: alfa BHC, beta-BHC, delta-BHC, aldrin, dieldrin, endrin, heptacloro, heptacloro-epóxido, alfa y beta endosulfano, pp' -DDT, pp'-DDD, pp'-DDE, lindano y toxafeno.

La frecuencia de la ocurrencia de los plaguicidas organoclorados analizados en las muestras del río Grande de Matagalpa fue: Alfa-endosulfano con 75%, seguido por los plaguicidas lindano, dieldrin y beta-endosulfano con 50% respectivamente, el-DDE con 25% en los cuatro sitios de muestreo (gráfico 4). En el río Viejo únicamente se encontraron el alfa y beta endosulfano con una frecuencia de 50% en cada compuesto.

Las concentraciones de plaguicidas en el río Grande de Matagalpa variaron entre 0,42 a 1,77 ng l⁻¹, En las cuatro estaciones (zona alta, zona media 1 y 2 y zona baja) de muestreos, se detectaron la presencia de dieldrin, lindano, alfa-endosulfano, pp'-DDE y beta-endosulfano. En el río Viejo se seleccionaron tres puntos de muestreo (Zona alta, Zona media y Zona baja). Los plaguicidas organoclorados encontrados fueron alfa y beta endosulfano los cuales variaron en un rango de 1,17 a 1,06 ng l⁻¹ respectivamente.

En cuanto a la zona de muestreo que presentó mayor concentración de plaguicidas y mayor variedad en el río Grande de Matagalpa fue la “zona alta”, en comparación con las otras zonas estudiadas del río (tabla 13). El sitio de muestreo “Zona baja” del río Viejo fue el único que registró la presencia de endosulfano.

El río Viejo recorre 168 kilómetros desde su nacimiento en la cadena montañosa de Jinotega-Estelí, atravesando diversas áreas cultivadas que aportan significativas cantidades de residuos entre ellos el endosulfano. En la zona de Jinotega - Estelí predominan los cultivos de café, tabaco y hortalizas. El endosulfano es uno de los plaguicidas utilizados para el control de ácaros e

insectos chupadores, masticadores y barrenadores en los cultivos de café, tabaco, ornamentos y vegetales entre otros cultivos (Castillo *et al.*, 1995).

La distribución espacial y las concentraciones encontradas de plaguicidas organoclorados en el río Grande de Matagalpa ponen de manifiesto que la zona alta del río recibe una cantidad de plaguicidas organoclorados que actualmente se encuentran prohibidos en nuestro país (ej.: pp'-DDE metabolito del DDT).

El DDT fue prohibido en Nicaragua desde los años 1980, sin embargo continuó utilizándose por el Ministerio de salud (MINSa) hasta el año 1991, a la fecha se estima que ninguna institución del Gobierno puede emplearlo en campañas de salud ó utilizarlo en labores agrícolas (MINSa, 2001), ni mucho menos las casas distribuidoras de plaguicidas están autorizadas para comercializarlo.

En octubre de 1998, en las bodegas del Sistema Local de Atención Integral de Salud (SILAIS) de Matagalpa existieron 658 kg de DDT, de éstos 431 kg contenían DDT al 75% y el resto (227 kg) de DDT al 100% de ingrediente activo. El Ministerio de Salud reportó que el DDT almacenado en las bodegas del SILAIS fue arrastrado por las corrientes pluviales producto del Huracán Mitch que destruyó varias zonas en Nicaragua (ISAT, 2002).

El DDT normalmente contiene pequeñas cantidades de productos de degradación tales como: pp'-DDE, op'-DDE, pp'-DDD (pp'-TDE y op'-DDD (op'-TDE). El DDT es de acción persistente y estable en el agua en condiciones ambientales, excepto en la presencia de alcohol a pH alcalino. El DDT se transforma en el metabolito DDE, el cual posee una estabilidad mayor o igual que el compuesto de origen.(Matsumura, 1953 *in*: Cruz, A.C., 1995). La concentración máxima de residuos de DDT aceptable en agua potable es de 1,0 ng l⁻¹ (WHO, 1994).

Los isómeros alfa y beta endosulfano fueron detectados en las muestras analizadas del río Grande de Matagalpa. La lipofilicidad de los compuestos (tabla 12) está caracterizada por medio del coeficiente de partición octanol/agua (k_{ow}), el

cual correlaciona muy bien con su solubilidad en el agua, sorbción en el suelo y bioacumulación (Drevenkar *et al.*, 1996). La solubilidad del endosulfano en el agua es alta ($320 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a 25°C) (Worthing *et al.*, 1991).

Los compuestos altamente hidrofóbicos de baja solubilidad (ej.: organoclorados) en agua son rápidos y fuertemente absorbidos por el suelo y en los sistemas acuáticos están frecuentemente asociados con los sedimentos del fondo. Debido a su baja degradabilidad, estos compuestos se acumulan en los sedimentos y organismos acuáticos con relación a las concentraciones encontradas en el agua (Drevenkar *et al.*, 1996)

En Centro América y el Caribe, el endosulfano es utilizado para el control de plagas de insectos que atacan el cultivo del café, plantas ornamentales y vegetales. En los años 1998-1999, Nicaragua importó 23 560 kg de endosulfano (UNEP, 2002). A nivel Centroamericano el endosulfano es el insecticida más importado del grupo de los organoclorados. Los países exportadores de endosulfano son: India, EEUU, Colombia, Israel, Inglaterra, Italia y Francia (United Nations, 2002).

El Endosulfano técnico contiene α y β isómeros en una proporción de 7:3 (Groebel *et al.*, 1982), con una vida media de 25 días en el agua (Singh *et al.*, 1991) y 22 a 8,5 días respectivamente en el suelo en un rango de pH 7,3 – 7,7 (Cotham and Biddleman, 1989). En Nicaragua el endosulfano es aplicado en el cultivo del café (1 litro por mz) dos veces al año (Julio-Agosto y Septiembre-October) para el control de la broca del café (INTA, 2003).

La presencia de los isómeros alfa y beta endosulfano en ambos ríos sugiere el uso reciente en las actividades agrícolas (ej.: cultivos de café y tabaco) desarrollados en la parte alta de la cuenca. Su transporte se realiza por medio de lixiviación, escorrentías superficiales, como consecuencia de las precipitaciones pluviales y la erosión masiva del suelo (Witter *et al.*, 1999).

Las concentraciones de dieldrin y lindano encontradas en río Grande de Matagalpa fueron bajas en comparación con las reportadas en el estuario del río Minjiang al sureste de China las cuales variaron entre 5,39 a 74,03 y 2,47 a 35,61 ng.l⁻¹ (Zhang *et al.*, 2003;).

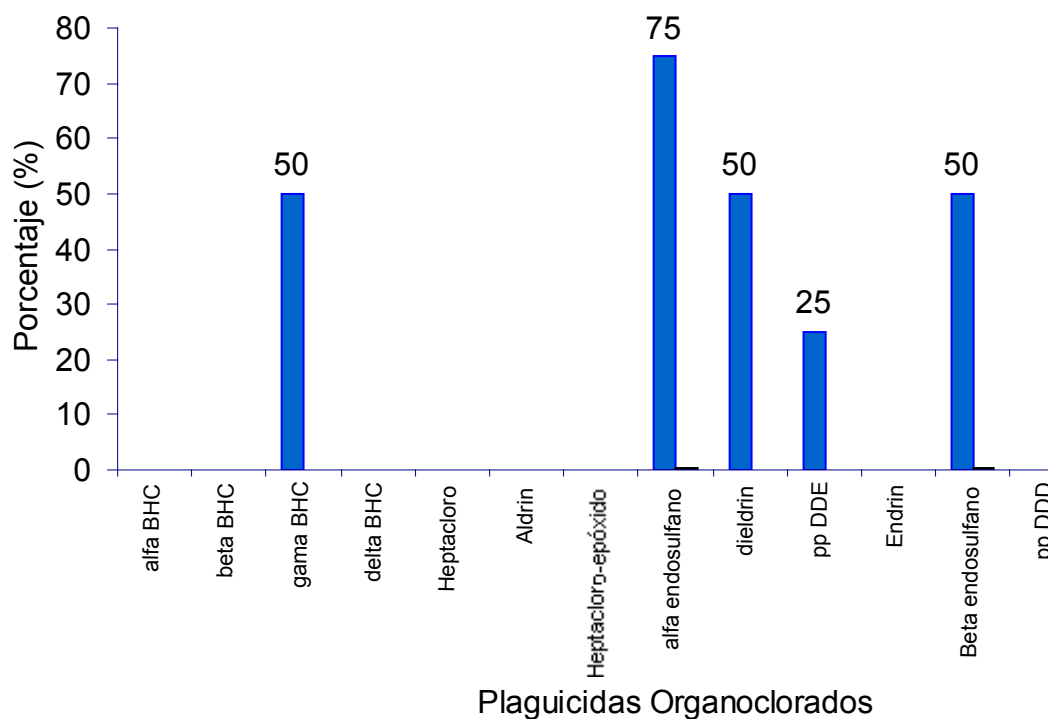


Gráfico 6 – Porcentajes de plaguicidas organoclorados detectados en el río Grande de Matagalpa, Valle de Sébaco, 2002.

Tabla 13 Solubilidad en el agua (S), coeficiente de partición octanol/agua (k_{ow}) y presión de vapor (Pa) de algunos compuestos organoclorados.

Compuestos	S mol dm ⁻³	log k_{ow}	pv, Pa (°C)
HCH isómeros (α , β , γ)	$2 \times 10^{-5} - 7 \times 10^{-7}$	3,9	$5 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-2}$ (20)
pp'-DDT	6×10^{-9}	6,0	3×10^{-5} (25)
pp'-DDD	2×10^{-8}	6,0	1×10^{-4} (30)
pp'-DDE	3×10^{-8}	5,7	9×10^{-4} (30)
Endosulfan (α, β)	7×10^{-7}	2,2 - 3,6	$2,2 \times 10^{-3}$

Tabla 14 Concentraciones de plaguicidas organoclorados en los ríos Viejo y Grande de Matagalpa, Valle de Sébaco, expresados en ng l⁻¹.

Estaciones de muestreo	Plaguicidas organoclorados				
	γ -BHC (lindano)	α -endosulfano	β -endosulfano	dieldrin	pp'-DDE
Río Grande de Matagalpa					
Zona alta	0,72	1,10	nd	1,77	0,55
Zona media 1	0,67	0,48	0,42	nd	nd
Zona media 2	nd	0,42	0,45	nd	nd
Zona baja	nd	nd	nd	0,65	nd
Río Viejo					
Zona alta	nd	nd	nd	nd	nd
Zona media	nd	nd	nd	nd	nd
Zona baja	nd	1,17	1,06	nd	nd

nd : no detectado

En los pozos perforados y excavados las frecuencias de plaguicidas organoclorados presentaron el siguiente orden: α -endosulfano 45%, β -endosulfano 27%, heptacloro-epóxido, dieldrin, endrin y pp'-DDD con 9% respectivamente.

Las concentraciones de plaguicidas detectadas (tabla 15) en los once pozos (PE-73, PP-S1, PP-7, PP-19, PE-58, PP-42, PP-95, PE-83, PP-12, PP-INAA y PP-RN2) estudiados variaron entre 0,20 a 1 746,42 ng l⁻¹. El pozo PE-58 presentó la mayor concentración de β -endosulfano. Aunque el endosulfano tiene una capacidad moderada para absorberse al suelo indicando una baja probabilidad de lixiviarse en las aguas subterráneas (Drevenkar et al., 1996), éste fue detectado en varios pozos (PE-58; PP-42; PP-95; PE-83; PP-RN2) estudiados del Valle de Sébaco.

El pozo PE-58, además de las concentraciones α -endosulfano (1 409,5 ng l⁻¹) y β -endosulfano (1 746,42 ng l⁻¹), también se detectaron endrin con 217,8 ng l⁻¹ y pp-DDD con 151,2 ng l⁻¹. El pozo PP-42 registró concentraciones de heptacloro-epóxido 2,2 ng l⁻¹, α -endosulfano 13,4 ng l⁻¹ y β -endosulfano 11,4 ng l⁻¹. En menores concentraciones se detectaron α -endosulfano, β -endosulfano y dieldrin en los pozos PP-RN2 (0,61 ng l⁻¹ α -endosulfano; 0,52 ng l⁻¹ β -endosulfano), PP-95 (0,20 ng l⁻¹ α -endosulfano), PE-83 (0,29 ng l⁻¹ α -endosulfano) y PP-S1 (0,52 ng l⁻¹ dieldrin).

El PP-S1 ubicado en el campo de pozos Chagüitillo presentó dieldrin (0,52 ng l⁻¹), lo cual nos indica su uso en épocas recientes. La concentración admisible en agua para el dieldrin es de 1,0 ng l⁻¹ (Estándar de Calidad de Agua EEUU, 1994). Este pozo es uno de los que abastecen de agua a la ciudad de Matagalpa con una población aproximada de 62 960 habitantes.

Un factor importante que debemos considerar en el PP-S1 es la profundidad del nivel freático del agua, el cual se encuentra a los 33 m, a esta profundidad no es de esperarse que los contaminantes alcancen el agua subterránea. Se calculó el índice geoquímico del pozo, mostrando un valor negativo, correspondiente a la

clase I, indicando que estas aguas se han ido infiltrando profundamente a través del tiempo.

El dieldrin es un compuesto que presenta baja solubilidad en el agua ($0,14 \text{ mg l}^{-1}$), una presión de vapor de $1,0 \times 10^{-7} \text{ mm Hg}$ a 20°C (Worthing *et al.*, 1987) indicando una baja volatilidad y una mayor absorción a la materia orgánica del suelo permaneciendo por años. La vida media del dieldrin es de 1-7 años en el suelo (Mecalf, 1976).

La persistencia del dieldrin en el medio ambiente, las características litológicas (capas de poco espesor de arcillas, limo, arena y grava con bolones ocasionales) del pozo PP-S1 y las formas de irrigación (inundación) del cultivo de arroz en la zona, son factores que contribuyen al transporte del contaminante hacia el agua subterránea. No debe ser descartada como una razón para que los residuos sean detectados en el agua subterránea, la posibilidad del movimiento lateral del agua subterránea que involucra las aguas de drenaje de la agricultura con su alta carga de residuos organoclorados (Ahmed *et al.*, 1998).

La concentración de heptacloro-epóxido ($2,2 \text{ ng l}^{-1}$) en el PP-42 sobrepasó dos veces el valor permisible de los estándares de calidad de agua de los Estados Unidos ($1,0 \text{ ng l}^{-1}$). Esta concentración es baja en comparación con otros estudios (Ahmed *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2003) llevados a cabo en agua subterránea, los cuales mostraron concentraciones más altas de heptacloro-epóxido 800 ng l^{-1} y $32,82 \text{ ng l}^{-1}$, respectivamente.

El heptacloro es utilizado en los cultivos de maíz, caña de azúcar, arroz, trigo, cebada, algodón y sorgo para el control de hormigas, gusanos, larva de gusanos, termitas, en suelos cultivados y no cultivados; también ha sido usado para el control de insectos caseros. La solubilidad del heptacloro en el agua es de $0,056 \text{ mg l}^{-1}$ ($25 - 29^\circ \text{C}$). El heptacloro persiste por largos períodos en el medio ambiente (Briemberg, 1994).

En el mismo pozo las concentraciones de endosulfano (α y β isómeros) detectadas fueron 13,4 ng l⁻¹ y 11,4 ng l⁻¹ respectivamente, estas concentraciones sobrepasaron diez veces el valor guía (3,0 ng l⁻¹). El área donde se encuentra localizado el pozo predomina en un 50% el cultivo de arroz, el otro 50% son cultivos variados (ej.: hortalizas y vegetales). En la zona norte del país (Matagalpa, Jinotega, Estelí) se cultivan entre otros café y tabaco, a los cuales se les aplica frecuentemente endosulfano. La presencia de los dos isómeros alfa y beta en el agua subterránea indica que hubo un transporte moderadamente rápido de los residuos después de la aplicación foliar por medio de la lluvia (Witter *et al.*, 1999).

Las aguas superficiales pueden interactuar con las aguas subterráneas. Las líneas de flujo del agua están en dirección hacia el pozo (mapa 4). El PP-42, está ubicado aguas abajo del río Viejo, la profundidad del nivel estático del agua está a escasos 6 m, por lo tanto es probable que las aguas del río que también mostraron presencia de α y β endosulfano, estén interactuando con las aguas del pozo debido a la dirección de flujo (norte-sur).

En el pozo perforado PP-RN2 el nivel estático del agua se encuentra a 22 m de profundidad, reflejó presencia de los isómeros α y β -endosulfano en concentraciones de 0,61 y 0,52 ng l⁻¹ respectivamente. Al norte de este pozo se encuentran cultivos de arroz, hortalizas y cebollas. La infiltración del agua del río hacia el pozo es factible debido a las condiciones litológicas del lugar predominando en su mayoría una capa de espesor grueso de arena considerada material permeable, la cual facilita el paso de los contaminantes con mayor rapidez, alcanzando profundidades más grandes dentro del acuífero.

La situación legal de los plaguicidas organoclorados tanto en el ámbito internacional como nacional es la siguiente: El Aldrin, BHC, DDD, DDT, dieldrin y endrin fueron cancelados por la agencia de protección ambiental de los estados unidos de américa (EPA, Octubre 1985). En Nicaragua el uso de los plaguicidas

DDT, Aldrin, Dieldrín, Endrin Lindano y heptacloro fue prohibido por una resolución emitida por la dirección General de Tecnología Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DGTA-MAG, 1990). En lo que se refiere al endosulfano, este fue restringido para el uso en el cultivo del café (DGTA-MAG, 1990).

Tabla 15 – Plaguicidas organoclorados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco, expresado en ng l^{-1}

Plaguicidas	Puntos de muestreo										
	PE- 73	PP- S1	PP- 7	PP -19	PE- 58	PP- 42	PP -95	PE- 83	PP- 12	PP - INAA	PP- RN2
α -BHC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
β - BHC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lindano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
δ -BHC	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Heptacloro	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Aldrín	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
H. epóxido	nd	nd	nd	nd	nd	2,15	nd	nd	nd	nd	nd
α -endosulf	nd	nd	nd	nd	1 409,50	13,47	0,20	0,29	nd	nd	0,61
Dieldrín	nd	0,52	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PP' - DDE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Endrín	nd	nd	nd	nd	217,82	nd	nd	nd	nd	nd	nd
β -endosul	nd	nd	nd	nd	1 746,42	11,43	nd	nd	nd	nd	0,52
PP' -DDD	nd	nd	nd	nd	151,23	nd	nd	nd	nd	nd	nd
PP' -DDT	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Toxafeno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

4.3.1.2 Plaguicidas Organofosforados

Los plaguicidas organofosforados analizados fueron: Mocap, naled, terbufos, diazinon, metil-paration, malation, fention, etil-paration, DEF, etion, gution, zolone, Co-Ral.

Los plaguicidas organofosforados detectados en los sitios de muestreos seleccionados en el río Grande de Matagalpa fueron: fention y etil-paration en la zona media 1 y zona alta respectivamente. El río Viejo únicamente reflejó la presencia de etil-paration en la zona baja, alcanzando una concentración de 65,39 ng l⁻¹.

El fention es utilizado contra moscas de la fruta, salta hojas, desfoliadores en los cultivos de arroz, algodón, caña de azúcar, cítricos, ornamentales, tabaco y vegetales (Castillo *et al.*, 1985). En el Valle de Sébaco el cultivo de arroz es predominante y el cultivo de tabaco se desarrolla mayormente en la parte alta de la cuenca (Jinotega-Estelí).

Las mayores aplicaciones de plaguicidas organofosforados en el cultivo de arroz se presentaron en el mes de Julio (estación lluviosa) durante el cual se realizó el muestreo. En la zona media 1 del río Grande de Matagalpa, conocida como poblado “El Limón” se detectó fention en una concentración de 1 393,86 ng l⁻¹ y en la zona alta conocida como “Puente la Calabaza” se detectó etil-paration en el orden de 35,90 ng l⁻¹.

La concentración detectada de fention en la zona media 1 del río superó en 13,9 veces el valor guía (100 ng l⁻¹) permisible para cada organofosforado en agua de consumo humano (Corney, 1985), por lo tanto no es recomendable consumirla y existe peligro de que las aguas del río Grande de Matagalpa se infiltren a la zona saturada causando contaminación al acuífero. El fention es un insecticida organofosforado de acción biocida, la solubilidad en el agua es 2 mg kg⁻¹ a 20 °C,

presenta estabilidad a la luz solar en condiciones alcalinas (Worthing *et al.*, 1987). Así mismo el fention ha sido considerado de escasa movilidad en el suelo estas características contribuyen a su detección principalmente en el agua. (Castillo *et al.*, 1995),

Se realizaron mediciones de pH en el agua del río mostrando un valor de 7,5 unidades. Soluciones básicas contienen valores de pH > 7,0 (Brown *et al.*, 1993). Lo anterior sugiere que se presentaron condiciones propicias para la disolución del fention en el agua del río haciendo posible su detección.

La actividad agrícola (cultivo de arroz) se extiende hasta unos pocos metros de la ribera del río. En época de verano la extracción de agua para la irrigación del cultivo de arroz proviene del río Grande de Matagalpa y en el invierno los canales o zanjias abiertas paralelas al río sirven de conducto de las aguas de esorrentía, las cuales arrastran material en suspensión (ej.: erosión del suelo) con una carga de plaguicidas de los campos cultivados regresando nuevamente al río y alterando su calidad.

La concentración detectada ($1,393 \mu\text{g l}^{-1}$) de fention pudiera estar afectando directamente la sobrevivencia u otras actividades importantes (ej.: reproducción y crecimiento) de algunos de los organismos acuáticos que habitan el ecosistema del río Grande de Matagalpa (ej.: Crustáceos), debido a que este valor es más alto que los niveles capaces de matar al 50% de poblaciones de *Daphnia pulex* ($\text{CL}_{50(48 \text{ h})} = 0,8 \mu\text{g l}^{-1}$) y de *Simocephalus serrulatus* ($\text{CL}_{50(48 \text{ h})} = 0,62 \mu\text{g l}^{-1}$) (Verschueren, 1983). Otros niveles tróficos del ecosistema (ej.: peces, algas) pudieran verse afectados indirectamente debido a la alteración en la estrecha relación que existe entre ellos (ej.: falta de alimento, disminución en la presión de pastoreo), en general la dinámica normal de dicho ecosistema se vería seriamente afectada.

Las concentraciones detectadas de etil-paratión en los dos ríos estudiados ($35,9$ y $65,39 \text{ ng l}^{-1}$) están por debajo de los valores guías (100 ng l^{-1}) para agua de consumo humano (Corney, 1985). La concentración detectada de etil paratión en

el río Imatia al norte de Grecia estuvo levemente mayor (90 ng l^{-1}) que las concentraciones detectadas en este estudio ($35,9$ y $65,39 \text{ ng l}^{-1}$). El paratión y etil-paration son utilizados para el control de ácaros e insectos chupadores y masticadores en cultivos de cereales, frutas, ornamentales, vegetales y algodón (Worthing *et al.*, 1987).

El etil paration presenta alta solubilidad ($> 200\,000 \text{ mg l}^{-1}$) en agua (Worthing *et al.*, 1991). La relación entre el valor del coeficiente de carbono orgánico del etil paratión ($\log K_{oc} 1.90$) y la solubilidad de este sugiere una pequeña adsorción a la materia orgánica (Weiner E, 2000). El principal mecanismo de degradación del etil paratión es por hidrólisis a 4-nitrofenol y paraoxon, este último es la forma más tóxica del paratión (átomo de oxígeno unido al fósforo) (De faz & de Cossio, 1980).

En los once pozos se identificaron y cuantificaron tres organofosforados de los trece plaguicidas analizados estos fueron: Etil-paration, fention y diazinon. Los dos primeros también fueron detectados en aguas superficiales de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa.

El etil- paratión presentó una mayor dispersión (36%), detectándose en cuatro de los once pozos seleccionados y alcanzó una concentración máxima de $16\,385,87 \text{ ng l}^{-1}$. El fention mostró una menor dispersión (27%), detectándose en 3 de los 11 pozos estudiados, cuya concentración máxima fue de $1\,502,97 \text{ ng l}^{-1}$; mientras que el diazinon estuvo presente en 1 pozo (9 %) de los 11 pozos seleccionados y alcanzó una concentración de $1\,503,88 \text{ ng l}^{-1}$ (tabla 16).

La concentración más alta de etil-paration fue detectada en el pozo PE-58 y la mínima en el pozo PP-95. En los otros pozos (PP-42, PP-12) se detectaron concentraciones de $192,48 \text{ ng l}^{-1}$ y $35,79 \text{ ng l}^{-1}$ respectivamente. En cuanto al pozo que presentó mayor variedad de plaguicidas organofosforados fue el pozo PE-58 en el cual estuvieron presentes el diazinon y etil-paration.

El pozo PE-58 está situado en la hacienda San Benito a la orilla de la pista de fumigación donde se realizan las mezclas de plaguicidas para el abastecimiento

de las avionetas y su posterior aplicación en los cultivos de arroz; así también en este lugar se almacenan los recipientes vacíos para su incineración. El pozo en mención no tiene protección y es evidente que la presencia de plaguicidas organofosforados se deba a las actividades desarrolladas en este lugar (ej.: fumigación). Las concentraciones detectadas en los pozos PE-58 y PP-42 (tabla 16) están por encima de los valores guías (100 ng l^{-1}) para agua de consumo humano (Corney, 1985). Es altamente preocupante la situación del pozo PP-42 debido a que este es utilizado para abastecer a la comunidad La Majadita con una población 240 habitantes.

Existe la posibilidad que se esté efectuando un proceso de lixiviación debido a los materiales litológicos de la zona de estudio los cuales están compuestos de arcilla, arena-arcillosa-limosa y arena. En los perfiles analizados encontramos que el primer horizonte corresponde a una capa delgada de suelo arcilloso, el segundo corresponde a suelos arenosos-arcillosos-limosos y el tercero es una capa delgada de arena. En este sector del acuífero el espesor de los materiales permeables alcanza su valor máximo de 57 m. Se trata de una zona de acumulación de acarreo fluviales que posiblemente coincidan con una zona de confluencia desde tiempos pasados de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa (Plata, 1998), lo anterior podría facilitar la movilidad de los plaguicidas hacia el agua subterránea.

En los pozos PP-S1, PP-INAA y PP-RN2 se detectó la presencia de fention estas concentraciones estuvieron entre $1\,163,22$ y $1\,640,84 \text{ ng l}^{-1}$, la concentración más alta correspondió al pozo PP-S1 y la más baja al pozo PP-INAA, mientras que el PP-RN2 alcanzó una concentración de $1\,502,97 \text{ ng l}^{-1}$. Las concentraciones detectadas representan un alto peligro para la salud de la población que está siendo abastecida con estas fuentes de agua, debido a que las concentraciones están 16 veces por encima de los Estándares de Calidad de Agua. El valor para cada analito es de 100 ng l^{-1} y la suma de varios plaguicidas no debe ser mayor de 500 ng l^{-1} (Corney, 1985).

El fention es utilizado en el arroz para combatir nemátodos de vida libre y en raíces de arroz. (Castillo et al., 1995). Es posible que la presencia del fention en estos pozos se deba a las aplicaciones recientes en los cultivos de arroz desarrollados en la zona.

Entre otros factores que contribuyen a la presencia de los plaguicidas están: Las formas de aplicación de los plaguicidas directamente al suelo (por mochila y aérea), la frecuencia de aplicación de cada plaguicida (ej.: 3 ó 4 veces por ciclo) y los volúmenes aplicados (ej.: el metil paratión se utilizan 57,83 kg por cada ciclo de siembra, si se presentan cuatros ciclos durante el año $\cong 231,35 \text{ kg año}^{-1}$).

Las concentraciones de plaguicidas organofosforados en los pozos estudiados fueron relacionadas con sus profundidades del nivel estático, los cuales mostraron que existe una estrecha relación entre la geología del terreno, el uso del suelo (actividades agrícolas) y el tipo de plaguicida (propiedades físico-químicas).

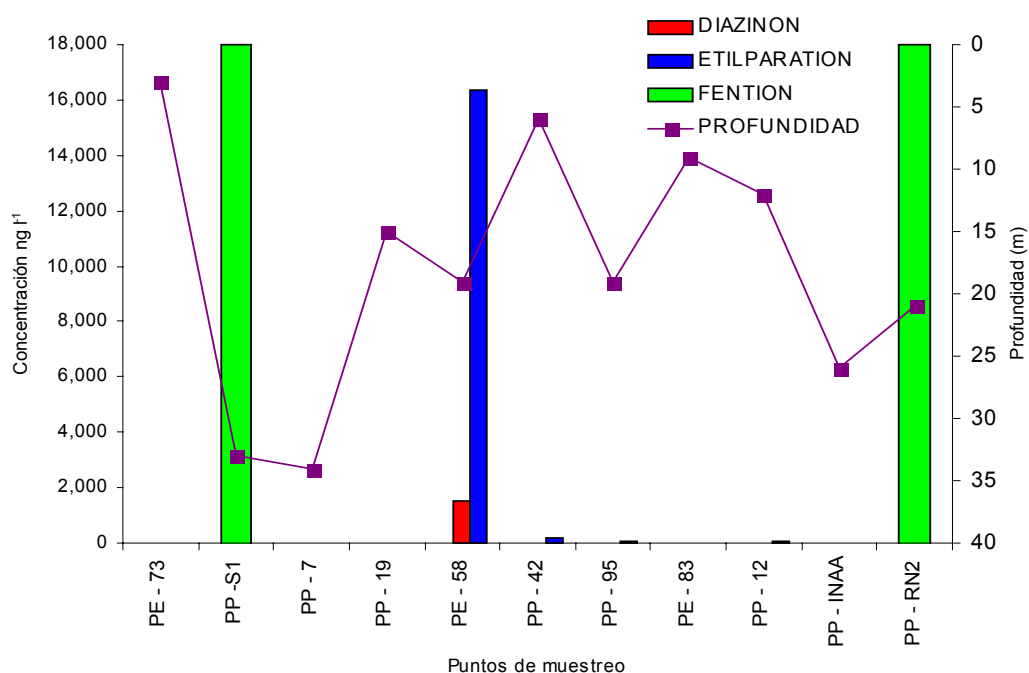


Gráfico 7- Concentraciones de plaguicidas organofosforados vs profundidad de los pozos municipales del Valle de Sébaco, 2002.

Tabla 16 - Resultados analíticos de plaguicidas organofosforados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco, expresados en ng l⁻¹.

Plaguicidas	Puntos de muestreos										
	PE-73	PP-S1	PP-7	PP-19	PE-58	PP-42	PP-95	PE-83	PP-12	PP-INAA	PP-RN2
Mocap	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Naled	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Terbufos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Diazinon	nd	nd	nd	nd	1 503,88	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Metil Paration	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Malation	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	< ld	nd
Fention	nd	1 640,84	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1 163,22	1 502,97
Etil Paration	nd	nd	nd	nd	16 385,87	192,48	34,54	nd	35,79	nd	nd
DEF	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Etion	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gution	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Zolone	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Co-Ral	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

4.3.1.3 Plaguicidas Carbamatos

En el río Grande de Matagalpa las concentraciones de los plaguicidas carbamatos aldicarb, metomil, aldicarb-sulfon y carbofurán alcanzaron valores de 4 680,16 $\mu\text{g l}^{-1}$; 2 960,59 $\mu\text{g l}^{-1}$; 45,72 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 18,05 $\mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente. La zona alta y media 2 del río Grande de Matagalpa presentaron las concentraciones más altas de aldicarb. El metomil fue detectado en tres de las cuatro estaciones de muestreo, mientras el aldicar-sulfon fue detectado únicamente en la zona baja y el carbofuran fue detectdo en las zonas alta y baja del río (tabla 17).

El aldicarb es conocido comercialmente como Temix, considerado altamente tóxico, ha contaminado las aguas subterráneas de 12 de los 50 estados de los EEUU (Goldenman & Rengam, 1988), presenta una presión de vapor de 9.75×10^{-5} mmHg y una solubilidad de 6 000 mg l^{-1} , es altamente polar (Worthing *et al.*, 1987), se aplica al suelo para el control de insectos masticadores y chupadores, especialmente áfidos, mosca blanca, minadores y nemátodos en algodón, banano, café, caña de azúcar, frijol. (Castillo *et al.*, 1995).

La presión de vapor y solubilidad en agua del aldicarb indican que su degradación en el suelo es rápida por lo tanto su detección puede ser posible debido a la aplicación reciente en los cultivos de hortalizas tanto en la zona media 2 donde existe una gran actividad hortícola, así como en la ciudad de Matagalpa donde se desarrolla el cultivo de café.

El metomil presenta una presión de vapor de $5,0 \times 10^{-5}$ mmHg y una solubilidad en agua de 58 000 mg kg^{-1} , se descompone rápidamente en el suelo (Worthing *et al.*, 1991). Aunque su descomposición es relativamente rápida su presencia en el agua se debe a la cantidad y frecuencia de aplicación en los cultivos. En soluciones acuosas el metomil se descompone lentamente a temperatura ambiente y más rápidamente en condiciones aeróbicas (Worthing *et al.*, 1987).

La presencia de metomil en el río probablemente se debe a su utilización en los cultivos de tabaco y vegetales desarrollados durante muchos años en la zona norte de Nicaragua. El metomil es utilizado para el control de lepidópteros, coleópteros, hemípteros, homópteros, dípteros y ácaros en los cultivos de algodón, cucurbitáceas, frutales, ornamentales, tabaco y vegetales (Castillo, *et al.*, 1995). Las encuestas realizadas en este estudio reflejaron que se utilizan 3 198,70 kg/ha/año de metomil; esta cantidad es considerablemente suficiente para ser detectado en las aguas superficiales de la zona media 2 y zona baja del río Grande de Matagalpa.

El aldicarb sulfon es un producto de degradación del aldicarb. El átomo de azufre de la molécula de aldicarb es fácilmente oxidado a la forma de sulfóxido aunque es más suavemente oxidado a sulfon (aldoxicarb). El aldoxicarb tiene una presión de vapor de $9,0 \times 10^{-5}$ mmHg y una solubilidad de 9 000 mg l⁻¹, es estable a la luz y al calor, se descompone en presencia de soluciones alcalinas (Worthing *et al.*, 1991).

El aldicarb es efectivo en el control de nemátodos (*Meloidogyne*, *pratylenchus* y *trichodorus spp*) presentes en el suelo, es un insecticida y nematicida de actividad sistémica en los cultivos de algodón, cereales, hortalizas y papas (Worthing *et al.*, 1987). La presencia del aldicarb-sulfon en la zona baja del río Grande de Matagalpa se corresponde con la detección de aldicarb en la zona media 2.

La solubilidad del carbofuran es de 320 mg l⁻¹ a 25 °C (Worthing *et al.*, 1991), su presión de vapor es baja $2,0 \times 10^{-5}$ mm Hg a 33°C, (Tomlin, 1997) lo que permite que la volatilización sea lenta permaneciendo por más tiempo en el suelo, la vida media del carbofuran en suelos es entre 30 y 117 días (Worthing *et. al.*, 1991).

El carbofuran es utilizado en una variedad cultivos (arroz, maíz, algodón, café, caña de azúcar, cítricos, papas, tabaco y vegetales) para el control de *Cicadelidae*, *Chrysomelidae*, *Elateridae*, *Pyralidae* en el suelo (Castillo *et al.*, 1995).

Tabla 17 - Concentraciones de plaguicidas carbamatos en agua del río Grande de Matagalpa, expresadas en $\mu\text{g l}^{-1}$.

Plaguicidas	Puntos de muestreo			
	Zona alta	Zona media 1	Zona media 2	Zona baja
Aldicarb	3 740,66	nd	4 680,16	nd
Aldicarb sulfon	<ld	<ld	<ld	45,72
Metomil	2 960,59	nd	318,94	206,39
Carbofuran	10,44	nd	<ld	18,05
Carbaryl	nd	<ld	<ld	nd

nd: no detectado

< ld: menor que el límite de detección

En el río Viejo los plaguicidas carbamatos detectados en los tres puntos de muestreo fueron: Aldicarb y metomil (tabla 18). Las concentraciones de estos plaguicidas variaron entre 33,85 y 315,92 $\mu\text{g l}^{-1}$. De los puntos de muestreo estudiados el que presentó mayor cantidad de plaguicidas y mayor concentración es la denominada zona baja cuyas concentraciones correspondieron a 148,30 $\mu\text{g l}^{-1}$ de metomil y 315,92 $\mu\text{g l}^{-1}$ de aldicarb, en las otras zonas las concentraciones fueron menores.

El uso de metomil fue reportado a través de las encuestas realizadas en este estudio. El metomil es utilizado en los cultivos de arroz y hortalizas, su presencia en los sitios de muestreo fueron medibles debido a los tipos de cultivos que se desarrollan en los alrededores (arroz, hortalizas) y en las zonas altas de la cuenca (café, tabaco, vegetales y hortalizas).

Tabla 98 - Concentraciones de plaguicidas carbamatos detectados en agua en el río Viejo, expresados en $\mu\text{g l}^{-1}$.

Plaguicidas	Puntos de muestreo		
Carbamatos	Zona alta	Zona media	Zona baja
Aldicarb	nd	nd	315,92
Aldicarb sulfon	nd	<ld	nd
Metomil	33,85	76,57	148,30
Carbofuran	<ld	<ld	<ld
Carbaryl	nd	<ld	<ld

nd: no detectado ;< ld: menor limite de detección

Los resultados obtenidos de los análisis de carbamatos en los once pozos de la zona de estudio mostraron la presencia de metomil (27%), aldicarb-sulfón, aldicarb y carbofuran (18% respectivamente) y carbaril (9%). Las concentraciones de estos plaguicidas variaron entre 19,0 y 1 124,68 $\mu\text{g l}^{-1}$.

El pozo PE-58 presentó mayor variedad de plaguicidas carbamatos en el siguiente orden: metomil 945,11 $\mu\text{g l}^{-1}$, carbofuran 431,65 $\mu\text{g l}^{-1}$, aldicarb 278,03 $\mu\text{g l}^{-1}$, carbaril 106,03 $\mu\text{g l}^{-1}$ y aldicarb-sulfón 19,13 $\mu\text{g l}^{-1}$. Los pozos PP-95, PE-73, PP-19 y PP-RN2 presentaron menor presencia de plaguicidas carbamatos y en el resto de los pozos no se detectó la presencia de carbamatos (tabla 19).

El pozo PP-95 es utilizado para el abastecimiento de la población de la comunidad La Lagunita, está ubicado en una zona próxima a los bordes del Valle, en la parte alta de estos bordes se ha intensificado la siembra del maíz y trigo millón. El carbofuran ha sido utilizado para combatir los insectos ácaros y nemátodos en el cultivo del maíz. Las características hidrogeológicas de la zona así como la dirección del flujo (norte-sur y noreste–sureste) podrían contribuir al peligro de

contaminación del pozo y facilitando la entrada de plaguicidas a las aguas subterráneas producto de las actividades desarrolladas en la parte alta de la zona. Por lo antes expuesto se hace necesario proteger las zonas de recarga del acuífero.

Cálculos del índice geoquímico realizados en este estudio para determinar el tipo de agua de la zona donde se localiza el PP-95, mostraron un índice geoquímico negativo, indicando que son aguas que se han infiltrado profundamente. Por otro lado el estudio de Plata (1998) el cual midió la edad del agua utilizando tritio termonuclear no mostró recarga procedente de precipitaciones ocurridas con posterioridad a 1952 determinando que son aguas antiguas profundas. Los resultados antes mencionados y los obtenidos en este estudio nos indican que la contaminación por plaguicidas ha alcanzado los estratos profundos en este sector del acuífero.

El pozo PP-RN2 está ubicado en la comunidad de Río Nuevo 2 aproximadamente a 3 km del cementerio principal de Sébaco. En este pozo se encontró una concentración de 521,94 $\mu\text{g l}^{-1}$ de aldicarb la cual es superior hasta 52 veces al valor máximo admisible (10 $\mu\text{g l}^{-1}$) presentado en las normas CAPRE (1994). Asimismo el PP-19 reflejó la presencia del aldicarb sulfón con una concentración de 35,04 $\mu\text{g l}^{-1}$, superando hasta tres veces el valor máximo admisible de la misma norma.

En el pozo PE-73, ubicado en la comunidad Los Cardones presentó una concentración de metomil de 1 124,68 $\mu\text{g l}^{-1}$, este pozo se sitúa en la parte alta del borde nor-oriental del Valle, paralelo al borde se localiza el río Grande de Matagalpa y de la misma manera se sitúa el punto de muestreo denominado zona alta, en el cual se detectó una concentración de 2 960,59 $\mu\text{g l}^{-1}$ de metomil. De acuerdo al modelo matemático (Flores, 2003) existe conexión hidráulica de las aguas del río hacia el agua subterránea, en el cual se midieron los niveles estáticos de los pozos y los niveles de los ríos (msnm) además se comprobó que la dirección del flujo es nor-este a sur-este.

Las concentraciones detectadas de los plaguicidas carbamatos fueron relacionadas con la profundidad de los pozos, observándose que los pozos someros (<10 m de profundidad) presentaron menor presencia de plaguicidas que los pozos con mayor profundidad (gráfico 8). En el mapa 10 se presenta una distribución espacial de plaguicidas en agua superficial y subterránea del Valle de Sébaco, 2002.

Tabla19. Concentraciones de plaguicidas carbamatos en pozos (excavados y perforados), expresados en $\mu\text{g l}^{-1}$ (ppb).

Puntos de muestreo	Plaguicidas carbamatos				
	Aldicarb sulfon	Metomil	Aldicarb	Carbofuran	Carbaryl
PE-73	nd	1 124,,68	nd	< ld	nd
PP-S1	nd	nd	nd	nd	nd
PP-7	nd	nd	nd	nd	nd
PP-19	35,04	nd	nd	< ld	nd
PE-58	19,13	945,11	278,03	431,65	106,03
PP-42	< ld	nd	nd	< ld	nd
PP-95	< ld	70,05	nd	11,47	< ld
PE-83	nd	nd	nd	< ld	nd
PP-12	< ld	nd	nd	nd	nd
PP-INAA	nd	nd	nd	nd	nd
PP-RN2	< ld	nd	521,94	< ld	nd

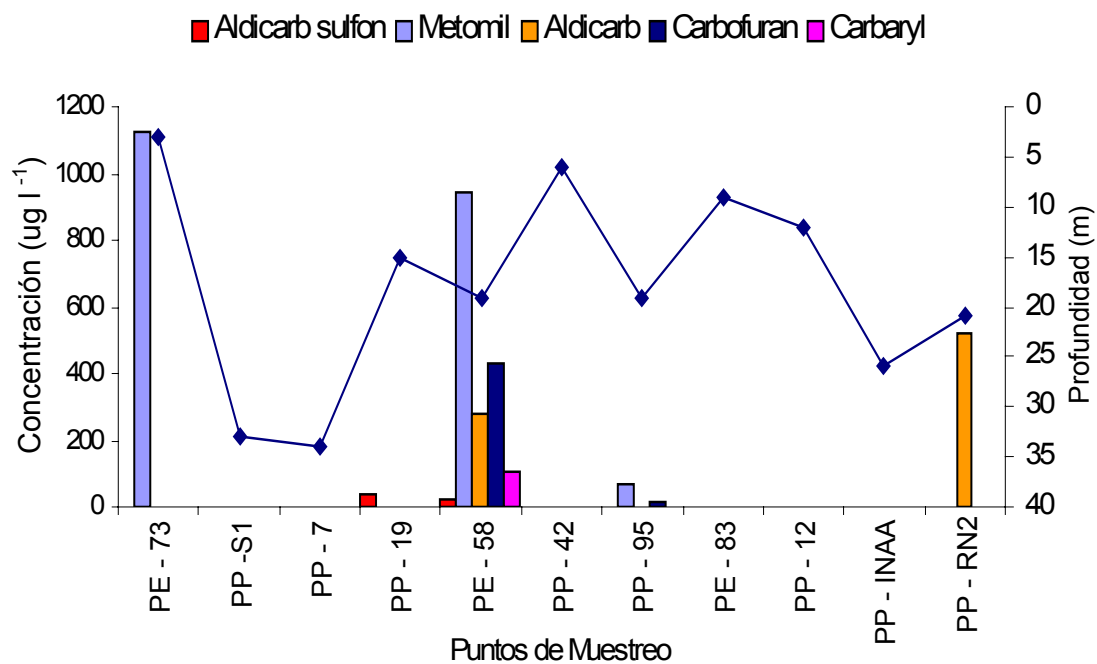
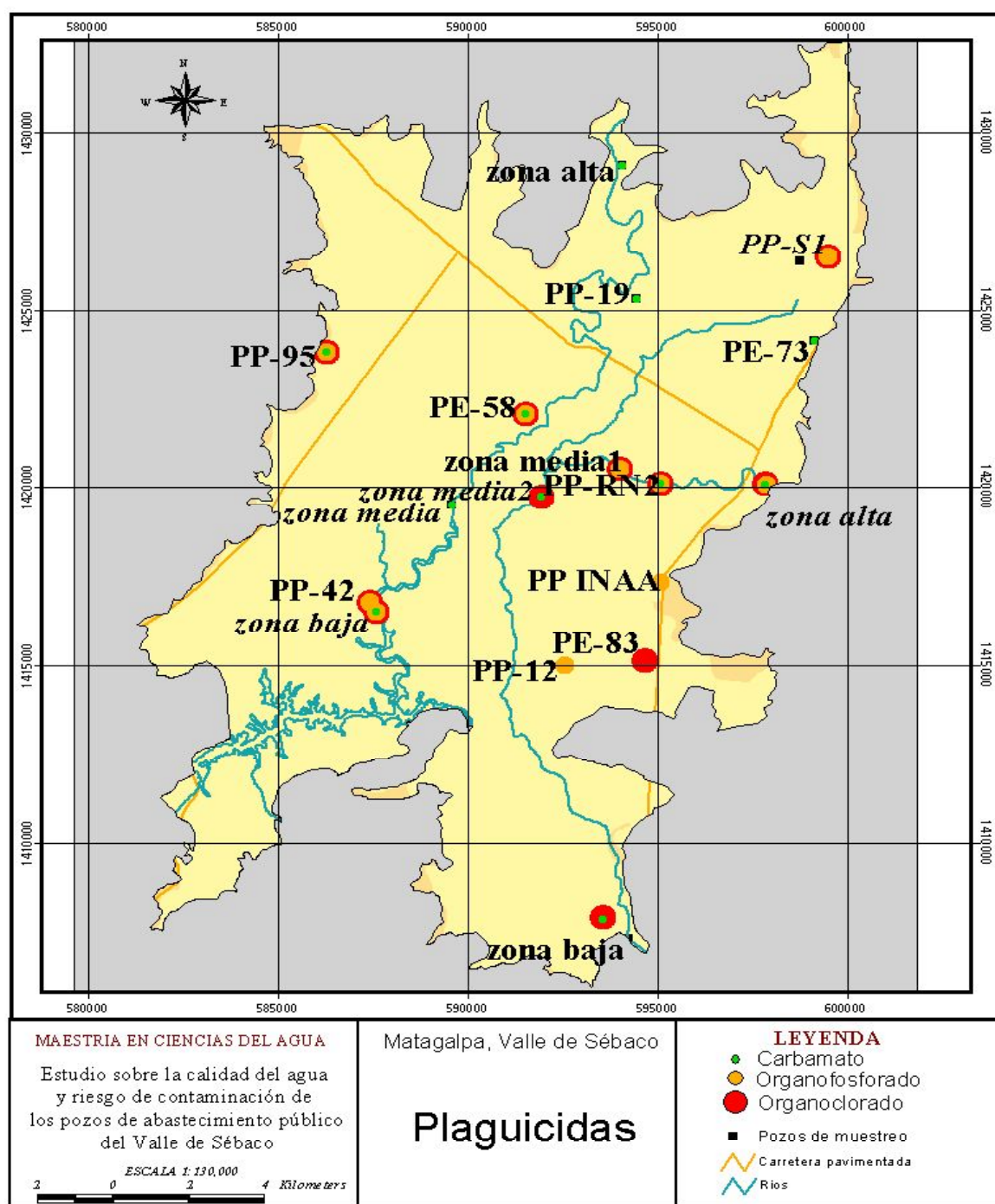


Gráfico 8 – Concentraciones de plaguicidas carbamatos vs profundidad de los pozos municipales (excavados y perforados) del Valle de Sébaco, 2002.



Mapa 10 - Distribución espacial de plaguicidas en agua superficial y subterránea Valle de Sébaco, 2002.

4.3.2 Metales Pesados

Los metales no son degradables en el ambiente por el contrario éstos pueden formar compuestos químicos más tóxicos para organismos acuáticos y terrestres incluyendo al ser humano (walker *et al.*, 1996).

Muchos casos de daños de arsénico están asociados con minas, fundidoras, desechos industriales, combustión de aceites fosiles, actividades agrícolas (herbicidas, plaguicidas, etc.) presentes o actividades volcánicas y geotermales antiguas (Ballantyne and Moore, 1988) y metalferrosas de arsenopiritas las cuales generalmente ocurren como impureza en depósitos de oro (Spycher and Reed, 1989).

Los dos principales procesos de transporte del arsénico (ej.: clima incluyendo solubilización y transporte de los sedimentos y vulcanismo), el clima continental podría contribuir grandemente al ciclo de arsénico sobre el tiempo geológico (Ferguson and Gavis, 1972 *in* Anawar *et al.*, 2003).

Las especies de arsénico, presumiblemente en la forma de arsenato y arsenito, están fuertemente absorbidas y/o coprecipitadas con óxidos/hidróxidos de hierro y manganeso en el medio ambiente y liberado en el agua intersticial después de ser absorbidos a los sedimentos, cuando se desarrollan condiciones anóxicas (Agget and O'Brien, 1985; Takamatsu *et al.*, 1985; Peterson and Carpenter, 1986; Brannon and Patrick, 1987; Belzile, 1988; Sullivan and Aller, 1996).

La absorción de las especies de arsénico sobre hidróxidos de hierro puede ocurrir por medio del mecanismo de absorción del ión que está acompañado por la ingesta de protones o alternativamente por la liberación de iones hidroxidos (Benjamin and Leckie, 1981). La absorción específica así como las interacciones electrostáticas son mecanismos importantes para la absorción de arsenitos sobre hidróxidos de hierro (Pierce and Moore, 1980).

Las concentraciones altas de arsénico son encontradas en sedimentos de grano fino ricos en materia orgánica (Crecelius *et al.*, 1975), la coexistencia de hidróxidos

de hierro, materia orgánica y arsénico es debida probablemente a la alta afinidad de hidróxidos de hierro a ambos materia orgánica y arsénico. El arsénico está presente en diferentes materiales y fases sólidas de los sedimentos. Los orígenes de arsénico en los sedimentos varían dependiendo sobre la geología del área y componentes de los sedimentos.

Algunos iones metálicos aumentan su toxicidad cuando forman compuestos orgánicos en el ambiente. Cuando estos son enlazados a un ligando orgánico cambian su comportamiento en el medio ambiente (ej., los plaguicidas son manufacturados con la adición de metales para aumentar la toxicidad de los mismos) (Walker *et al.*, 1996).

En los puntos estudiados del río Grande de Matagalpa únicamente se detectó la presencia de arsénico en agua en la zona baja con una concentración de $1,56 \mu\text{g l}^{-1}$. Su presencia podría estar relacionada a procesos naturales como la meteorización de rocas y suelos en los que se encuentran principalmente minerales como los sulfuros de arsénico y arsenopirita (FeAs). Estos se encuentran en mayor proporción en depósitos volcánicos. La deposición atmosférica de materiales emitidos por la actividad volcánica y aquellos de origen antropogénicos también podrían ser responsables de la presencia del arsénico en aguas superficiales (Moore *et al.*, 1947).

La Academia Nacional de Ciencias de Canadá (1962), Prat (1972) y el decreto 33-95 en el artículo 57 (Gaceta N° 118 26 de junio, 1995), establecen que el nivel permisible de arsénico para el agua de riego es de $100 \mu\text{g l}^{-1}$. La concentración de arsénico encontrada en el río fue de $1,56 \mu\text{g l}^{-1}$, por debajo del valor recomendado, indicándonos que el agua puede ser utilizada para riego.

El arsénico se detectó en todas las muestras de sedimentos superficiales captadas en los cuatros puntos de muestreo del río Grande de Matagalpa. Las concentraciones variaron desde $0,47$ a $1,07 \mu\text{g g}^{-1}$, encontrándose la menor concentración en la zona baja y la mayor concentración en la zona alta. Las características litológicas que presenta cada punto de muestreo son diferentes, la

zona alta está rodeada de materiales de origen volcánico los que pueden estar aportando este tipo de metal, mientras que la zona baja se encuentra rodeada de cultivos de maíz. Por otro lado el tipo de sedimento en la zona alta es arcilloso – arenoso mientras que en la zona baja es arcilloso-limoso.

Cantidades considerables de arsénico se encuentran en sedimentos de agua dulce (Rupert et al., 1974). La materia orgánica de los sedimentos lacustre es menos importante en la absorción del As y de otros metales (Huang and Liaw, 1978). Los poros sesquióxidos y silicosesquióxidos complejos presentes en las fracciones de cieno, arcilla y arena adsorben el arsénico (Moore and Ramamoorthy, 1984). La adsorción y desorción del arsénico desde estos componentes determinarán el nivel de arsenita en agua dulce y el movimiento de la cadena alimenticia (Moore and Ramamoorthy, 1984).

El arsénico total en el agua del río Viejo fue detectado únicamente en la zona media. La concentración detectada fue de $4,38 \mu\text{g l}^{-1}$. El valor fue comparado con los niveles permisibles ($10 \mu\text{g l}^{-1}$) para agua de consumo humano (Normas CAPRE, 1994) y para riego ($100,0 \mu\text{g l}^{-1}$) (Decreto 33-95 Arto. 57 /Gaceta N° 118 26, 1995) pudiéndose notar que en ambos casos el valor de arsénico está por debajo de los mismos.

El arsénico es ampliamente utilizado en la preparación de productos agrícolas como insecticidas y rodenticidas (ej.: arsénico como arsenito de cobre) (Pereira M., 1986). Para el tratamiento de madera, insecticida, funguicida y rodenticida (Ladrón et al., 1995). No se realizó un análisis sobre el contenido de arsénico natural en el suelo del área de estudio. Pudiera ser que la entrada principal de arsénico en el río sea a través de la erosión natural de los suelos aledaños que contienen arsénico.

El arsénico en los sedimentos superficiales del río Viejo fue detectado en todas las muestras captadas (tres puntos). Las concentraciones detectadas estuvieron entre $0,558$ y $0,905 \mu\text{g g}^{-1}$ (zona media y zona alta respectivamente). La zona alta se encuentra localizada cerca de las lomas de origen volcánico, el tipo de

sedimento es arcilloso–arenoso entretanto la zona media está ubicada en una planicie rodeada de grandes extensiones de cultivos de arroz siendo el tipo de sedimento arcilloso.

El arsénico fue detectado en las aguas subterráneas de todos los pozos estudiados. Las concentraciones variaron entre 1,42 a 10,80 $\mu\text{g l}^{-1}$ (PP-7 y PP-95 respectivamente). La concentración en el pozo PP-95 se encontró ligeramente mayor que la concentración máxima (10,0 $\mu\text{g l}^{-1}$) permisible para consumo humano (Normas CAPRE, 1994).

Las concentraciones de metales pesados que se encuentran en los suelos pueden ser fuentes naturales (ej.: los suelos desarrollados sobre serpentinas, contienen altas concentraciones de Cr, Ni, Cu y Mn) (García and Dorronsoro, 1982). Los metales pesados son muy estables en el suelo (García and Dorronsoro, 1982) y suelen concentrarse en los suelos originados de los procesos naturales de transformación de las rocas, generalmente estos niveles no rebasan los valores umbrales de toxicidad. Por otra parte los metales presentes en las rocas se encuentran bajo formas muy poco asimilables para los organismos (García and Dorronsoro, 1982).

Los pozos PP-42 y PP-95 cuyas concentraciones fueron las más altas detectadas (9,21 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 10,80 $\mu\text{g l}^{-1}$) se encuentran muy cercanas al valor máximo permisible (Norma CAPRE, 1994), representando un peligro para la salud de la población que está siendo abastecida de estos pozos. Los otros pozos (PE-73, PP-S1, PP-7, PP-19, PE-58, PE-83, PP-12, PP-INAA, PP-RN2) tuvieron menores concentraciones (tabla 19). La contaminación de las aguas subterráneas por sales de arsénico origina problemas cutáneos, como hiperqueratismo palmo-plantar hasta cáncer en diferentes órganos (Aguilar *et al.*, 2000).

La ubicación de los pozos PP-42 y PP-95 corresponden a un mismo sector del acuífero cerca de las montañas que rodean al Valle de Sébaco, las cuales están constituidas por rocas volcánicas terciarias del grupo coyol inferior (mioceno) y coyol superior (plioceno) (Wezel, 1985). La composición petrográfica del grupo

coyol inferior es: Aglomerados o andesita, ignimbrita, dacita, toba y brecha y la del grupo coyol superior (plioceno) son: Aglomerado, basalto, andesita e ignimbrita (Wezel, 1985). El basalto contiene $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de arsénico (Cazese, 1995). En los suelos las partículas de arcillas comúnmente están cubiertas por óxidos de aluminio y hierro las cuales adsorben las especies de arsénico.

Tabla 20 - Resultados de análisis de metales pesados en pozos perforados y excavados en el Valle de Sébaco expresados en $\mu\text{g l}^{-1}$.

Código	Arsénico total	Plomo total
PE-73	2,79	3,99
PP-S1	1,58	< Id
PP-7	1,42	3,51
PP-19	2,78	2,07
PE-58	2,49	6,12
PP-42	9,21	8,94
PP-95	10,80	1,26
PE-83	3,69	12,57
PP-12	2,38	< Id
PP-INAA	1,94	3,06
PP-RN2	1,49	< Id

<Id : menor que el límite de detección

Las concentraciones de plomo en el río Grande de Matagalpa variaron entre $1,02 \mu\text{g l}^{-1}$ a $2,79 \mu\text{g l}^{-1}$ (zona media y zona alta respectivamente). Dado que las concentraciones detectadas de plomo en este río no son altas; no obstante, éstas podrían ser un peligro para los organismos acuáticos. El valor guía del contenido de plomo para la protección de la vida acuática en agua dulce es considerado ente 1 a $7 \mu\text{g l}^{-1}$ (Canadian Water Quality Guidelines, 1999).

El plomo muestra elevada toxicidad en peces a altas temperaturas debido a una relación directa entre la acumulación del metal y la temperatura (Verma *et al.*, 1985 and Somero *et al.*, 1977). La acumulación progresiva del plomo en

condiciones de altas temperaturas tiene incidencia perjudicial para los animales depredadores incluyendo al hombre que consume pescado contaminado (Barnett et al., 1995). La presencia de plomo en el río puede ser atribuida al contenido de éste en los minerales, producto de la erosión de las rocas y de los suelos que son dispersados y arrastrados por las escorrentías hacia el río, descartándose las posibles fuentes antropogénicas.

El plomo en los sedimentos del río Grande de Matagalpa se encuentra heterogeneamente distribuido, fue detectado en el 100% de las muestras de sedimento analizadas. Las concentraciones estuvieron entre $3,25 \mu\text{g g}^{-1}$ y $10,89 \mu\text{g g}^{-1}$ (zona baja y zona media 1 respectivamente) (tabla 21).

En los sistemas acuáticos, los metales pueden quedar enlazados a los sedimentos del fondo, donde ellos pueden permanecer por muchos años. La presencia de plomo en el sedimento puede causar daños al ecosistema acuático (Moore and Ramamoorthy, 1984).

No fue detectado plomo total en el agua del río Viejo por el contrario fue detectada la presencia de plomo en los sedimentos del río en los tres puntos de muestreo variando desde $6,20 \mu\text{g g}^{-1}$ a $7,93 \mu\text{g g}^{-1}$ (zona alta y zona baja respectivamente). Las guías de calidad en sedimentos de agua dulce para la protección de la vida acuática es de 35.0 mg kg^{-1} de plomo (Canadian Environmental Quality Guidelines, 2001). Los valores encontrados de plomo en los sedimentos del río están por debajo de los valores guías antes mencionados. La concentración de plomo total detectada en los sedimentos de la zona baja del río pudiera ser producto de la erosión de los suelos, disolución de minerales de las rocas de origen volcánico de la zona de estudio que contienen plomo de forma natural.

La disponibilidad de los metales para su bioacumulación también depende del pH (Walker et al., 1996). Así cuando el pH disminuye en un sistema acuático, se da la incorporación del metal desde los sedimentos a la columna de agua debido al aumento en la solubilidad del metal. Las mediciones de pH del agua en los

puntos de muestreo del río reflejaron una media de 7.5 unidades lo que indica que este se encuentre mayormente en los sedimentos.

En el agua subterránea el plomo total fue detectado en los once pozos estudiados. Las concentraciones variaron desde <ld hasta 12,57 $\mu\text{g l}^{-1}$, (PP-S1, PP-12, PP-RN2 hasta PE-83). El valor máximo permisible de plomo por las normas CAPRE (0,01 mg l^{-1}).

La solubilidad de los metales aumenta con la disminución del pH de forma tal que ellos pueden ser desorbidos del suelo incorporándose al agua que se mueve a través de los poros (suelos y sedimentos), logrando tener más movilidad. Así por ejemplo, la lluvia ácida conlleva a la acidificación de los suelos y con esto el aumento en el movimiento de los metales desde la capa superficial de los suelos hacia las capas inferiores con la probabilidad de contaminar las aguas subterráneas cuando el manto acuífero se encuentra poco profundo (Walker *et al.*, 1996).

El cromo total y hexavalente fueron analizados en el agua y sedimentos del Zanjón Negro. En el agua superficial no se detectó la presencia de cromo total y Hexavalente. En los sedimentos se detectó la presencia de cromo total en una concentración de 13,54 $\mu\text{g g}^{-1}$, correspondiente al punto 1-puente donde se mezclan las aguas residuales de las arroceras con las aguas residuales de la textilera, En el punto 2, el cual está situado aproximadamente a 3 km aguas abajo del puente, se detectó una concentración de cromo total de 8,115 $\mu\text{g g}^{-1}$. La concentración detectada de cromo total en sedimentos superficiales en el punto 1 es mayor (13,54 $\mu\text{g g}^{-1}$) con relación al punto 2 (8,12 $\mu\text{g g}^{-1}$), se observó que a medida que nos alejamos del primer punto de muestro la concentración de cromo total en los sedimentos disminuye, probablemente el cromo precipita en los sedimentos y no se encuentra disuelto en el agua. El contenido de metales pesados en suelos proviene de la composición natural y de los procesos edafogénicos que se producen en este. Sin embargo la actividad humana incrementa el contenido de estos metales en el suelo en cantidades considerables. En el suelo el cromo puede encontrarse en concentraciones de hasta 250 mg kg^{-1}

(Tapia, 1997). En general, se encuentran concentraciones medias de 125 mg kg⁻¹, aunque el uso de fertilizantes puede elevarlas (Galvao & Corey 1987).

Tabla 21 - Concentraciones de metales pesados en agua y sedimento del Valle de Sébaco, expresados µg l⁻¹ y ng g⁻¹ respectivamente.

Sitios	Código	Análisis en agua				Análisis en sedimento			
		Pb	As	Cr-Total	Cr- VI	Pb	As	Cr-Tot	Cr-VI
Río Grande	Zona alta	3	< ld	na	na	6,45	1,07	na	na
	Zona media 1	< ld	< ld	na	na	10,90	0,83	na	na
	Zona media 2	1,02	< ld	na	na	7,41	1,03	na	na
Quevedo	Zona alta	< ld	1,56	na	na	3,25	0,47	na	na
Río Viejo	Zona alta	< ld	< ld	na	na	6,21	0,81	na	na
	Zona media	< ld	4,38	na	na	6,29	0,56	na	na
	Zona alta	< ld	< ld	na	na	7,93	0,90	na	na
Zanjón	Zanjón Negro 1	na	na	< ld	< ld	na	na	13,54	< ld
	Zanjón Negro 2	na	na	< ld	< ld	na	na	8,11	< ld

na: no analizado; < ld: menor que el límite de detección.

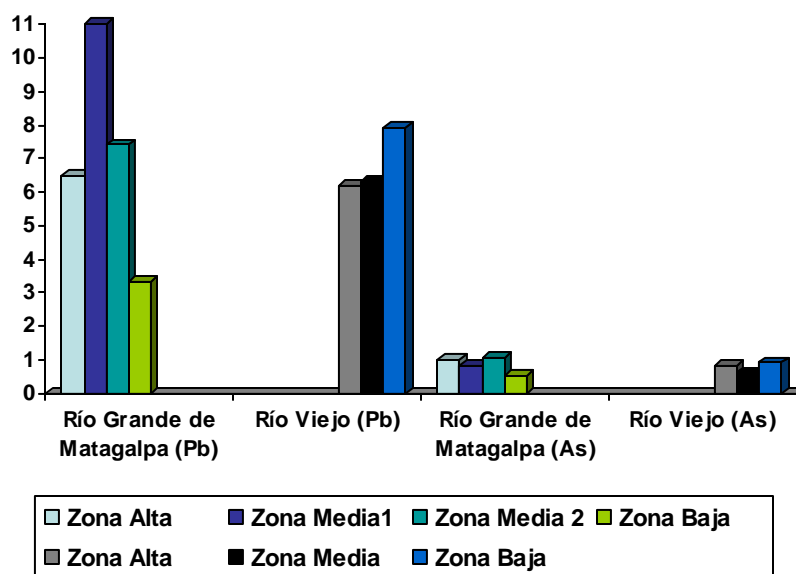


Gráfico 9 – Concentraciones de plomo y arsénico en sedimento de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa

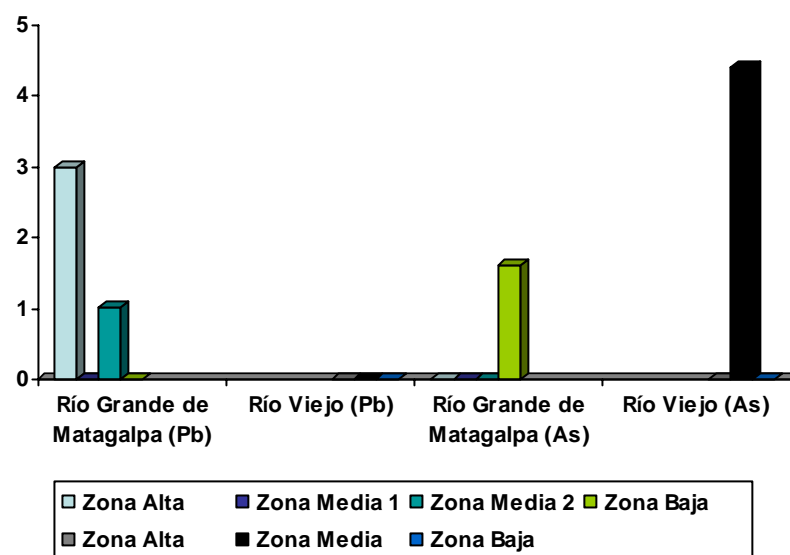


Gráfico 10 – Concentraciones de plomo y arsénico en agua de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa.

4.4 Peligro de contaminación por plaguicidas en el acuífero del Valle de Sebaco

En este capítulo se analizarán las características físico químicas de los plaguicidas (solubilidad, estabilidad, persistencia, movilidad, toxicidad, cantidad, frecuencia y forma de aplicación) y sobre la base de ellas se predecirá el peligro de contaminación del acuífero.

Considerando que la mayor amenaza de contaminación del acuífero lo constituyen la cantidad, frecuencia y forma de aplicación es de esperarse que debido a estos factores los plaguicidas puedan alcanzar con mayor facilidad el agua subterránea.

4.4.1 Comparación de los plaguicidas aplicados

Para conocer con que facilidad un plaguicida puede penetrar un acuífero se realizará una valoración de su peligrosidad haciendo una comparación de sus características más importantes (tabla 20). La comparación se basa en algunos factores que están muy relacionados entre sí (ej.: solubilidad, toxicidad, coeficiente de retardo, cantidad aplicada, estabilidad y presión de vapor).

4.4.1.1 Cantidad aplicada

Es de esperarse que entre mayor sea la cantidad de plaguicida aplicado mayor será la probabilidad de que alcance el agua subterránea (Rodríguez, 1997).

4.4.1.2 Presión de vapor

Los plaguicidas con presiones de vapor altas no se consideran “peligrosos” para las aguas subterráneas al volatilizarse rápidamente su aparición en aguas subterráneas se atribuyen en general al modo de aplicación mediante inyección en el suelo (Loewy, 2000).

4.4.1.3 Solubilidad

Es la capacidad del plaguicida para disolverse en el agua, normalmente se expresa como la concentración de la solución saturada que está en equilibrio con un exceso de soluto. Cuanto mayor es la solubilidad en agua de un plaguicida, mayor es la cantidad del mismo que puede ser transportado en solución (Loewy, 2000).

En general se admite que una solubilidad mayor que 30 mg l^{-1} implica un peligro potencial que el plaguicida alcance el agua subterránea (Loewy, 2 000). Los plaguicidas organoclorados con una baja solubilidad en agua por su carácter no polar por tanto menos móviles seguidos de los compuestos organofosforados; la mayoría de los demás plaguicidas (triazinas fenilureas y carbamatos) tienen movilidades intermedias (Loewy, 2 000).

4.4.1.4 Toxicidad

La toxicidad son los efectos nocivos que generan las sustancias químicas en los seres vivos, se expresa como dosis letal 50 ó DL_{50} que es la dosis necesaria para producir la muerte en el 50% de los animales a los que se administra (Ladrón & Moya, 1995). Entre más tóxico sea un compuesto menor será su DL_{50} y mayor su efecto sobre la salud humana.

4.4.1.5 Persistencia

La persistencia de un plaguicida en el suelo se define como el tiempo que se requiere para que su concentración inicial se reduzca a la mitad, también se le conoce como vida media en el suelo DT_{50} (Castillo et al., 1995).

La estabilidad en el suelo o persistencia depende de una serie de factores en los que se encuentran: el tipo de preparado, el modo de aplicación, las condiciones

climáticas, evaporación, el tipo de plantas a las que se aplica y algunos procesos de descomposición que conducen a la degradación química en particular la hidrólisis, fotólisis así como la transformación microbiana.

Cuando un plaguicida resiste estos procesos de descomposición y además no se evapora, será muy persistente, tendrá una vida media muy larga y un alto potencial para contaminar las aguas subterráneas. Esto es particularmente ocurre cuando el plaguicida es altamente soluble en agua y no se absorbe a las partículas del suelo (Loewy, 2000).

4.4.1.6 Retardo

El coeficiente de retardo (R) es la relación entre la velocidad con la que viaja el agua (V_a) y la velocidad con la que viaja un contaminante o plaguicida (V_p). El coeficiente de retardo es igual a $R = V_a / V_p$ dentro de un medio poroso, la cual depende tanto de la naturaleza del suelo como de las características del contaminante (Rodríguez, 1997).

El coeficiente de partición octanol agua representado por k_{ow} es un parámetro que influye considerablemente en el cálculo de R . Para el cálculo del k_{ow} se utilizó la siguiente fórmula $\text{Log } k_{ow} = 4,5 - 0,75 \text{ Log } S$ donde S es la solubilidad del plaguicida en agua (Leo *et al.*, 1971).

Una vez obtenido el valor del k_{ow} se puede determinar el valor de k_{oc} llamado coeficiente de repartición de carbono orgánico utilizando la siguiente ecuación empírica para plaguicidas: $\text{Log } k_{oc} = \text{Log } k_{ow} + 1,377$ (Fetter, 1992).

El coeficiente f_{oc} es la fracción de materia orgánica presente en el medio poroso del suelo este factor es considerado en el cálculo del retardo de un contaminante, entre mayor sea el valor de f_{oc} mayor capacidad tendrá el suelo para absorber y retardar la llegada de un plaguicida a la capa freática. En general los suelos del

Valle de Sébaco son arcillosos – limosos el valor de f_{oc} para este tipo de suelo se tomó de la literatura encontrándose un valor de 0,0038 (Pedumphere, 2003).

Conociendo los valores de k_{oc} y f_{oc} se puede calcular el valor del coeficiente de distribución k_d que indica la relación entre la concentración del plaguicida que es absorbido por el suelo y la concentración del mismo que queda disuelto en el agua; empleando la siguiente fórmula: $k_d = k_{oc} \cdot f_{oc}$ (Freeze and Cherry, 1979).

El coeficiente de retardo “R” se calcula mediante la siguiente ecuación $R = p_b \cdot k_d / \phi + 1$, donde p es la densidad bruta del suelo el valor encontrado en la literatura para el tipo de suelo en el área de estudio es de $1,10 \text{ g Cm}^{-3}$ y ϕ es la porosidad efectiva el valor encontrado en la literatura es de 0,59 para suelos arcillosos-limosos. Utilizando la siguiente ecuación $R = V_a/V_p$ se puede predecir el comportamiento de **R** dentro del acuífero, si consideramos **V_a** a la velocidad del agua dentro del acuífero y **V_p** a la velocidad del plaguicida dentro del acuífero de donde se desprende que entre mayor sea el valor del coeficiente de retardo más lentamente se moverán los plaguicidas dentro del acuífero, por lo que tienen mayor posibilidad de degradarse y por tanto su peligrosidad será menor (Rodríguez, 1997).

Tabla 102 – Resumen de las características de los plaguicidas utilizados en el que indican movilidad y persistencia Valle de Sébaco.

Plaguicidas	Tipo	Pv (mpa)	Solubilidad (mg l ⁻¹)	Toxicidad DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)	Retardo R	Estabilidad	Log kow	Log koc
Lindano	Orgnoclorado	1,25	10,0	88	950	En suelos ricos en materia orgánica, es retenido y movilizado por el agua de irrigación, sus metabolitos son capaces de contaminar aguas superficiales y subterráneas.	3,75	5,12
α- endosulfano	Organoclorado	1 200	0,32	80	12 527	Estable a la luz solar, inestable en medio alcalino y sujeto a hidrólisis lenta para el diol y dióxido de sulfuro.	4,87	6,24
Dieldrín	Organoclorado	0,4	0,18	37	18 636	Estable en medio alcalino o ácido. Vida media en el suelo de 1-7 años.	5,0	4,38
β- endosulfano	organoclorado	1 200	0,33	80	12 259	Estable a la luz solar, inestable en medio alcalino, sujeto a hidrólisis lenta para el diol y dióxido de azufre.	4,68	6,23

Continua tabla 22

Plaguicidas	tipo	Pv (mpa)	Solubilidad (mg l ⁻¹)	Toxicidad DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)	Retardo R	Estabilidad	Log Kow	Log koc
Fention	organofosforado	4,0	2,0	190	170	Estable a temperatura menores o iguales a 210 °C, a la luz y ál-cali. Vida media en agua en condiciones anaeróbicas 11 días.	3,0	4,38
Zineb	Ditiocarbamato	10x10 ⁻³	10,0	> 5 200	950	Es un poco estable a la luz, calor y humedad.	37,5	5,2
Tamaron	Metamidofos	40,0	2x10 ⁶	30,0	1,20	Estable a temperatura ambiente. Vida media 140 h a 40 °C. En arcillas y materia orgánica es rápido y fuertemente dsorbido	-0,22	1,15
Paraquat	bipiridilo	< 0,1	7,0 x 10 ⁵	150	1,32	sus sales son estables en medio. Neutro y ácido pero se oxidan rápidamente en condiciones alcalinas. Se descompone sobre exposiciones prolongadas al aire, humedad y rápidamente en contactocon ácidos.	0,11	1,49
Mancozeb	Carbamato	10-5mb	6,20	6 750	5 388,4		4,5	5,87

Continúa tabla 22

Plaguicidas	tipo	Pv (mpa)	Solubilidad (mg l ⁻¹)	Toxicidad DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)	Retardo R	Estabilidad	Log Kow	Log koc
Glifosato	organofosfarado	0,04	1,2 x10 ⁴	5,600	5,760	En el suelo la vida media < 60 Días y de 7 a 10 Semanas en agua.	1,44	2,81
Cipermetrina	Piretroide	0,19	0,01-0,2	251	168 782	Se descompone En el suelo a temperatura < 220 °C. Es más estable en medio ácido que en medio alcalino con una estabilidad óptima a ph 4 La tasa más alta de persistencia en el suelo es de 30 días.	6,0	7,37
Etil-paration	Organofosforado	0,89	> 200 000	2,0	1,65	En calentamiento presenta isomería para el O,S-dietil, el que es rápidamente hidrolizado en medio alcalino, 1% en 62 días a 25°C, pH 5,6	0,52	1,90

Continúa tabla 22

Plaguicida	tipo	Pv (mpa)	Solubilidad (mg l ⁻¹)	Toxicidad DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)	Retardo	Estabilidad	Log kow	Log koc
Carbofuran	Carbamato	2,7	320	8,14	71,65	Se descompone a temperaturas de 150 °C, se hidroliza en medio alcalino, la vida media en el suelo es de 30-117 días.	2,62	3,99
Metomil	Carbamato	6,65	58 000	17,0	2,52	Se descompone lentamente en soluciones acuosas y a temperatura ambiente, más rápidamente en aireación, luz solar, medio alcalino o temperatura altísima, descomposición rápida en suelo.	0,92	2,30
Aldicarb	Carbamato	13,0	6 000	0,81	8,94	Inestable en concentraciones alcalinas	1,66	3,0
Heptacloro	organoclorado	53,0	0,056	147	46 359	Estable a temperatura menor de 261 °C. persiste en en suelo de 7-12 años.	5,43	6,81

Continúa tabla 22

Plaguicida	tipo	Pv (mpa)	Solubilidad (mg l ⁻¹)	Toxicidad DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)	Retardo	Estabilidad	Log _{kow}	Log _{koc}
Diazinon	Organofosforado	0,097	40,0	300,0	336,7	Se descompone a temperaturas mayores de 120 °C. La vida media es de, 185 días a pH 7,4 y 6 días a pH 10,4	3,29	4,67
DDT	organoclorado	0,025	0,0002	113,0	3 173,4	Estable a la oxidación. Vida media en el suelo de 3-10 años	7,27	8,65
Carbaryl	Carbamato	< 5,3	40,0	850,0	336,7	Estable a temperatura menor de de 70 °C, a la luz. Vida media en el suelo 67 días	3,29	4,67
2,4 - d	Acido fenoxiaceti	5,3x10 ⁴	620	375	44,48	Vida media en el Suelo < 7 días	2,40	3,78
Malation	organofosforado	5,3	145	2 800	128,84	Estable en medio ácido.	2,87	4,25
Endrin	organoclorado	0,0956	0,22	3,0	16 614	Fácilmente degradado por acción del calor y la luz, vida media en el suelo de 4- 8 años	4,99	6,37

Los plaguicidas que se aplican en mayor cantidad son: Mancozeb, cipermetrina, tamaron, manzate, 2,4-d, diazinon, paraquat, y zineb los que se aplican relativamente en menor cantidad glifosato, malatión, aldicarb y carbaril. Por lo tanto el 78% de los plaguicidas antes mencionados representan peligro de que penetren al acuífero.

Considerando los valores de presión de vapor se puede decir que el 2,4-d, α y β -endosulfano, tamaron, fention, carbofuran, metomil y malatión son los más volátiles mientras que los plaguicidas: Lindano, etil-paration, dieldrín y cipermetrina son poco volátiles; en cambio el Zineb, endrín, diazinon, DDT, paraquat, manzate, glifosato y mancozeb son nada volátiles por lo que estos últimos son los que podrían llegar con mayor facilidad al acuífero.

Tomando en cuenta los valores de solubilidad los plaguicidas que podrían disolverse más fácilmente y por tanto penetrar el acuífero con mayor rapidez son: Tamaron, paraquat, etil-paration, metomil, glifosato, aldicarb, 2,4-d, carbofuran y malatión; por el contrario el diazinon, carbaril, mancozeb, zineb, lindano y fention son poco solubles mientras que el α y β -endosulfano, endrín, dieldrín, heptacloro, cipermetrina, DDT y manzate son poco o nada soluble por lo que la posibilidad de alcanzar el acuíferos sería poco probable.

Analizando los valores de toxicidad, los plaguicidas que tienen la DL_{50} menor y son considerados extremadamente tóxicos son: el aldicarb, etil-paration, endrín, carbofuran y metomil. Los plaguicidas altamente tóxicos son: Heptacloro, tamaron, dieldrín, α y β -endosulfano, lindano, paraquat, fention y DDT. Entre los moderadamente tóxicos tenemos el diazinon, carbaril, cipermetrina y 2,4-d y por último entre los ligeramente tóxicos están: Malation, mancozeb, zineb, manzate y glifosato.

En cuanto a los valores del coeficiente de repartición de carbono orgánico (K_{oc}) y coeficiente de retardo R los plaguicidas que presentaron mayores valores fueron: DDT, cipermetrina, heptacloro, dieldrín, endrín, α y β -endosulfano, manzate, zineb

y lindano estos son los menos peligrosos debido a que la movilidad en el suelo es lenta por tanto existe la posibilidad de degradarse en el ambiente antes de alcanzar el acuífero. Por otro lado entre los plaguicidas escasamente móviles tenemos: diazinon, carbaril, fention, malatión, carbofuran, mancozeb y 2,4-D, mientras que los plaguicidas glifosato, aldicarb y metomil tienen moderada movilidad entre tanto que el tamaron, paraquat y etil-paration resultaron ser los más móviles por lo que pueden penetrar con mayor facilidad al acuífero representando un alto peligro de contaminar las aguas subterráneas.

De acuerdo a los valores de estabilidad puede decirse que el DDT, dieldrín, heptacloro, lindano, y endrín tienen una persistencia extrema; por otro lado la cipermetrina, carbaril, α y β -endosulfano, etil-paration tienen una persistencia alta mientras que el carbofuran y glifosato presentan persistencia moderada entre tanto que el aldicarb, 2,4-d, mancozeb, diazinon, paraquat, y manzate son de ligera persistencia en cambio el metomil, zineb, fention y tamaron se clasifican de no persistentes por lo tanto la posibilidad de degradarse es rápida.

Tabla 113-Clasificación de la movilidad en el suelo

Clasificación	Log Koc
Altamente móvil	< 1,0
Móvil	1 - 2
Moderadamente móvil	> 2 - 3
Escasamente móvil	> 3 - 5
Inmóvil	> 5

Fuente: Weiner E, 2000

Tabla 24 - Clasificación de la persistencia en el suelo

Clasificación	DT ₅₀ (días)
Extrema	> 120
Alta	120 - 60
Mediana	60 - 30
Ligera	30 – 15
No persistente	< 15

Fuente: Castillo et., al., 1996

Tabla 25 - Clasificación de la toxicidad

Clasificación	DL ₅₀ (mg kg ⁻¹)
Extremadamente peligroso	20
Altamente peligroso	> 20 – 200
Moderadamente peligroso	> 200 – 2000
Ligeramente peligroso	> 2000

Fuente: Castillo et al., 1996

De acuerdo al análisis de los parámetros antes mencionados como son: La movilidad, persistencia y toxicidad, se determinó el peligro que representa cada plaguicida de contaminar al acuífero.

a) Plaguicidas con bajo peligro de contaminación

2,4-D, zineb y manzate

b) Plaguicidas con ligero peligro de contaminación

Diazinon, malatión y mancozeb

c) Plaguicidas con moderado peligro de contaminación

Paraquat, tamaron, glifosato, aldicarb, metomil, carbofuran, carbaril, cipermetrina y fention.

d) Plaguicidas con alto peligro de contaminación

Etil-paration, lindano, α y β -endosulfano, dieldrín, heptacloro, endrín y DDT.

4.5 Carga Contaminante

4.5.1 Identificación de las fuentes contaminantes

La identificación de fuentes contaminantes consiste en conocer los sitios potenciales de contaminación no puntuales y puntuales existentes en el área de estudio. Esta actividad se realizó a través del reconocimiento del área de estudio, recopilación de información existente en las diferentes instituciones, visita, entrevistas y encuestas a todas las instancias relacionadas con los focos de contaminación con el objetivo de obtener un inventario de estas fuentes. En la tabla 22 se presenta un resumen de las posibles fuentes de contaminación no puntuales y puntuales identificadas en el acuífero del Valle de Sébaco.

Tabla 26 - Principales fuentes de contaminación identificadas en el acuífero del Valle de Sébaco.

Tipo de actividades	Tipo de residuos	Cantidad
1. Municipales		
Desarrollo urbano sin alcantarillado y con agua potable.	Aguas grises, heces fecales y residuos sólidos.	7
Desarrollo rural sin alcantarillado y sin agua potable.	Aguas grises, heces fecales y residuos sólidos.	29
Rastro municipal sin planta de tratamiento	Heces fecales, residuos líquidos, cuernos, vísceras de cerdos y reces.	1
Basurero municipal sin tratamiento	Desechos sólidos domésticos, comerciales, industriales, municipales y hospitales.	1
Basurero ilegal	Desechos sólidos domésticos y comerciales.	1
Laguna con efluente de origen industrial	Bisulfito de aluminio, soda cáustica, policloruro de aluminio, gel catiónico, cloro y ácido acético.	1
Cementerio	Lixiviados patógenos	2
Centro de salud	Guantes desechables, agujas, jeringas, desechos de muestras de laboratorio: orina, sangre, heces, secreciones, exudados y reactivos químicos.	2
Subtotal		44
2. Comerciales		
Acopio de hortalizas	Desechos sólidos de origen vegetal	1
Auto lote de vehículos	Gasolina, aceite diesel y aceite de cambio	1
Distribuidora de productos lácteos	Desechos de productos lácteos y bolsas plásticas vacías.	1

Continúa tabla 26

Tipo de actividades	Tipo de residuos	Cantidad
Mercado municipal	Residuos sólidos de cartón plásticos y vegetales	1
Distribuidora de agroquímicos	Residuos de plaguicidas y fertilizantes, cajas de cartón, bolsas plásticas y recipientes vacíos de agroquímicos.	9
Talleres de mecánica	Residuos de hidrocarburos (aceítes, grasas y derivados del petróleo).	4
Hoteles	Residuos domésticos y orgánicos (alimentos)	2
Gasolineras	Residuos de hidrocarburos (aceíte, grasas y derivados del petróleo).	3
Subtotal		22
3. Agrícolas		
Agricultura	Residuos de plaguicidas y fertilizantes, recipientes vacíos de plaguicidas de aluminio, carton, vidrio y bolsas plásticas.	30
Ganadería	Residuos de desechos orgánicos: Orina y heces fecales	8
Aeródromos	Residuos de plaguicidas y recipientes vacíos de plaguicidas	2
Subtotal		40
4. Industrias		
Textilera	Residuos de tintes y surfactantes, desechos sólidos de telas e hilos y desechos de alimentos.	1

Continúa tabla 26

Tipo de actividades	Tipo de residuos	Cantidad
Alimenticia	Desechos sólidos orgánicos de origen vegetal.	1
Subtotal		2
5. Agroindustrias		
Acopio de café	Residuos orgánicos de la pulpa de café.	1
Beneficios de café	Residuos orgánicos de la Pulpa y cascarilla de café	3
Trillos de arroz	Residuos de la cascarilla de arroz, generación de gases tóxicos y cenizas	4
Graneros	Residuos de plaguicidas	1
Bodega de arroz	Residuos de plaguicidas	1
Subtotal		10
6. Otras		
Trituradora de materiales de construcción	Partículas de polvo	1
Plantel de construcción	Residuos inorgánicos de cemento, arena, bloques y piedras.	1
Planta hidroeléctrica	Desechos orgánicos de Plantas acuáticas	1
Subtotal		3

4.5.2 Descripción de las fuentes contaminantes

4.5.2.1 Actividades municipales

Las actividades municipales consideradas han sido las áreas en desarrollo urbano y rural y la disposición de desechos sólidos domésticos.

A) Desarrollo urbano y rural

El territorio del municipio de Sébaco se encuentra dividido en tres sectores, siendo éstos el sector norte conformado por diez comunidades, el sector central compuesto por quince comunidades y el sector sur-este compuesto por doce comunidades. El área de estudio abarcó tres comunidades del municipio de San Isidro y dos comunidades del municipio de ciudad Darío.

El desarrollo urbano está formado por los poblados de Sébaco y Chaguitillo con una población de 21,393 habitantes aproximadamente, representando una alta densidad poblacional para el municipio, esto se acentuó con la llegada del huracán Mitch donde muchas comunidades asentadas a orillas de los ríos y quebradas fueron reubicadas en la parte alta de este sector. Otro factor que influyó en el desarrollo urbano fue la instalación de la industria textilera PRESITEX, trillos de arroz, beneficios de café y la extensión del cultivo de arroz en el Valle.

Los poblados de Sébaco y Chaguitillo no cuentan con servicio de alcantarillado sanitario sin embargo disponen de servicio público de agua potable. Para la eliminación de las excretas los pobladores utilizan sistemas de saneamiento in-situ tales como: Letrinas, sumideros ciegos y en algunos casos fosas sépticas, éstas condiciones urbanas acentúan la contaminación por nitratos y bacterias fecales del agua subterránea.

B) Disposición de desechos sólidos y tratamiento

El servicio de recolección de basura se brinda únicamente a los centros urbanos el que se realiza una vez por semana para el sector doméstico no así para el comercio (distribuidora de agroquímicos, distribuidora de productos alimenticios, ferreterías, restaurantes gasolineras rastro municipal, textilera, talleres de mecánica y mercado), escuelas y centro de salud el cual se realiza a diario según entrevistas realizadas a representante de la alcaldía de Sébaco.

Las comunidades rurales no cuentan con servicio de recolección de basura, los pobladores son los encargados de la disposición final de ésta, por lo que en algunos casos se efectúa un manejo inadecuado, como es su disposición cerca de los ríos al aire libre o simplemente es enterrada provocando peligro de contaminación al acuífero debido al proceso de lixiviación.

C) Basurero municipal

El municipio de Sébaco cuenta con dos basureros siendo uno de ellos ilegal. El basurero municipal se encuentra ubicado en el sector oeste de la ciudad de Sébaco, aproximadamente a un kilómetro de la entrada principal de la comunidad de río nuevo N°2; recibe los desechos sólidos generados en las actividades domésticas, comerciales, industriales, municipales y de salud. Los desechos generados por la industria, gasolineras y centro de salud no reciben ningún tipo de tratamiento especial estos se incineran igual que el resto.

D) Disposición de desechos líquidos

En el municipio de Sébaco no existe un sistema de drenaje pluvial por lo que en las zonas más bajas de la ciudad se producen inundaciones por falta de infraestructura, provocando la formación de charcas lo que trae como consecuencia la proliferación de enfermedades; así mismo las aguas grises producidas por los habitantes son depositadas de forma inadecuada las que son

vertidas al suelo o subsuelo por medio de zanjas de infiltración, calles, letrinas y en algunos casos a cuerpos de agua superficial.

E) Rastro municipal

Los desechos sólidos generados por el rastro municipal son: excrementos, cuernos y vísceras de reses y cerdos. Los cuernos y vísceras son recolectados por los camiones de limpieza de la alcaldía para ser trasladados al basurero municipal, los excrementos y residuos líquidos de limpieza son depositados en pilas sépticas.

4.5.2.2 Actividades comerciales y desechos generados

4.5.2.2.1 Actividades comerciales

Entre estas actividades que se desarrollan en el sector central del municipio de Sébaco se pueden mencionar las siguientes: nueve casas comercializadoras de

agroquímicos, según inventario de este estudio, las mismas desechan cajas de cartón, recipientes vacíos de agroquímicos y bolsas plásticas; así como mezclas y trasiegos de productos químicos en la venta de éstos, en lo cual se producen derrames y lavados de los residuos de plaguicidas. Éstas distribuidoras de agroquímicos no efectúan ningún tipo de tratamiento a sus desechos debido a que consideran no representan ningún peligro de contaminación al medio ambiente.

4.5.2.2.2 Estaciones de servicio

Dentro de las estaciones de servicio ó Gasolineras existentes en el Valle de Sébaco están: Texaco, petronic y shell, éstas abastecen de combustible (gasolina, diesel y kerosén) al sector transporte; así también prestan servicio de lavado, engrase y cambio de aceite. El tipo de desecho que generan principalmente son:

Recipientes plásticos, cajas de cartón y agua residual del lavado y limpieza de los motores de automóviles las que se depositan directamente al suelo y posteriormente arrastradas por las corrientes pluviales, debido a que no se cuenta con sistemas de alcantarillado y mucho menos con tratamiento.

4.5.2.2.3 Distribuidora de productos lácteos parmalat

Los desechos sólidos y líquidos se originan cuando el producto se deteriora en la manipulación de almacenamiento, estos son bolsas plásticas vacías y residuos de lácteos, las cuales son recolectadas una vez por semana por la alcaldía municipal y depositada en los basureros del municipio.

4.5.2.2.4 Talleres de mecánica

En general estos talleres generan en su mayoría residuos de hidrocarburos (gasolina, aceite diesel, aceite de cambio y aditivos) los que son depositados directamente en el suelo sin ningún tipo de tratamiento.

4.5.2.2.5 Hoteles y restaurantes

El tipo de desecho generado es de origen doméstico entre los que tenemos desechos líquidos de inodoros, lava manos, cocina, limpieza de pisos etc. Y desechos sólidos como plásticos, vidrio y de origen vegetal.

4.5.2.2.6 Centro de salud

Los desechos sólidos generados en el centro de salud son materiales de reposición periódica como: guantes desechables, agujas, jeringas, empaque plástico de sueros, algodón, muestras utilizadas en el laboratorio de sangre, orina,

heces, secreciones, exudados, enzimas catalizadoras de las reacciones químicas como KOH, HCl etc.

Existe una gran cantidad de desechos químicos orgánicos de forma dispersa generados por el ministerio de salud a través de la dirección general de epidemiología, la que ha usado desde los años 1950 una gran diversidad de plaguicidas (organoclorados y organofosforados) en el Valle de Sébaco, para el control de enfermedades transmitidas por vectores (dengue, malaria, conjuntivitis, etc), debido a que este lugar presta las condiciones idóneas para la proliferación de mosquitos *Aedes Aegypti* como consecuencia de las prácticas agrícolas que realizan, principalmente en la siembra del cultivo de arroz por inundación, el cual se cultiva hasta tres veces al año predominando la forma de riego por inundación.

Algunos de los plaguicidas utilizados por el ministerio de salud para el control de vectores en este municipio han sido:

Baygón: Es un insecticida carbamato utilizado en los años 1972-1978 para eliminar el mosquito transmisor de la malaria *Anophele*.

Clorfoxim: Insecticida organofosforado utilizado en los años 1976-1983 en la reducción de los índices de (infectación) del mosquito *Anophele* y por consiguiente en la reducción en los altos índices de morbilidad por malaria vivax y *falsiparum*.

Temephos: insecticida organofosforado conocido por su nombre comercial de abate. Es muy eficaz como larvicida para el control de *Aedes (Stegomyia) Aegypti* formulado 1% en granos de arena y de baja toxicidad para los mamíferos.

Baytex: Insecticida organofosforado utilizado en los años 1979–1982 para el control del mosquito *Aedes Aegypti*.

Malatión: Insecticida organofosforado utilizado en el Valle de Sébaco desde los años 60. La aplicación del malatión al 95%, reduce en un 96% la densidad de la

población adulta del *Aedes (Stegomyia) aegypti*, vector biológico responsable de la transmisión en un brote epidémico viral.

DDT: Es un insecticida organoclorado utilizado en el Valle de Sébaco aproximadamente en los años 1958-1977 (H. Espinoza, 2002) para el control de la malaria.

Verde de París (Acetoarsenito de cobre): Es un insecticida arsenical inorgánico trivalente utilizado en el Valle de Sébaco en los años 1975-1977, utilizado en el control de larvas de mosquitos en su fase acuática.

Cipermetrina: Es un insecticida piretroide utilizado en el Valle de Sébaco en los años 80 para el control del mosquito *Aedes Aegypti*.

4.5.3 Cantidades y técnicas de aplicación de los plaguicidas

Se aplican 2 gramos de Baygón por metro cuadrado o un kilogramo del producto en 8 litros de agua su composición química es de 500 gramos de materia inerte y 500 gramos de materia pura, se aplica con un aspersor Huson, con una boquilla especial HSSE= 8002 que significa los 80 que abre el abanico y 02 las décimas de galón que descarga por minuto de tal manera que descarga como mínimo 680 cc por minuto, como máximo 830 cc por minuto y como promedio 757 cc por minuto esto equivale a desalojar 2 gramos por m² de insecticida Baygón capaz de producir la muerte al mosquito transmisor de la malaria.

4.5.4 Actividades agrícolas

La actividad agrícola representa uno de los mayores peligros de contaminación a los recursos hídricos del Valle de Sébaco (mapa 11) como consecuencia de la introducción del monocultivo del arroz desde inicio de los años sesenta, debido a la importancia económica que este rubro ha tenido tanto en el mercado nacional como internacional. A medida que se intensificó el cultivo del arroz el uso de los

plaguicidas también aumentó, lo que trae como consecuencia que las plagas adquieran mayor resistencia, esto ha provocado que mayores concentraciones y aplicaciones de plaguicidas sean incorporadas en los cultivos de arroz.

Con el desarrollo del cultivo del arroz se han utilizados métodos mecanizados ejemplo de ello es el uso de maquinaria pesada con el objetivo de intensificar la productividad de este cultivo a gran escala; así mismo se pasó a utilizar avionetas para la fumigación aérea en lugar de la aplicación por mochila, lo cual ha sido una práctica muy utilizada actualmente, con el fin de realizar en menos tiempo un mayor número de aplicaciones, lo que trae como consecuencia que los plaguicidas aplicados se extiendan de manera difusa en el medio ambiente recorriendo grandes distancias por medio de la acción del viento. En el mapa 11 se muestra el peligro de contaminación según uso actual de la tierra del acuífero del Valle de Sébaco 2002.

En la tabla 22 se presenta una lista de los principales agroquímicos y fertilizantes utilizados en el cultivo de arroz y hortalizas así como las cantidades aplicadas en estos cultivos. La información fue obtenida a través de encuestas a los agricultores ubicados en el área de estudio

Tabla 27 - Cantidad promedio de plaguicidas y fertilizantes aplicados en kg/ha/año principalmente en los cultivos de arroz y hortalizas en el Valle de Sébaco 2002.

Plaguicidas	Cantidad promedio aplicada en el área de	Fertilizantes	Cantidad promedio aplicada en el área de
Metomex	14. 28	Urea	4 772 880.58
Confidor	207.504	Completo	4 034 811.89
Cvpermetrina	13 419.24	Triple 15	16 872 .8
Mancoseb	6 151.50	Muriato de	66 244,11
Rambo	85. 68	Fosfato	18 180.96
Gramoxone	2 847.11	Triple 20	290.30
Fusilade	21.42		
MTD	16 808,28		
Carbendazin	3 204.84		
Bayfolan	3 167		
2-4 D	7 035		
Nabú	3 867.97		
Tamaron	8 367.88		
Sirios	1 083, 03		
furore	564.48		
Metilmalati6n	531.23		
Manzate	6 317. 68		
Menorel	9 59. 61		
Clincher	31 8 980.22		
Vvdate	447		
Promet	447		
Diazinon	451. 08		
Goal Crest	15,12		
Endosulfan	332. 80		
Basaaran	299. 88		
Daconil	225		
Lannate	2 367		
Benlate	362. 88		
Lorsban	16		
Decis	1 439		
Total	400 036.171		8 909 280.02

4.5.5 Actividades Ganaderas

La actividad ganadera se encuentra diseminada en el Valle de Sébaco; ésta zona presenta condiciones favorables para el desarrollo de ésta actividad, debido a la existencia de tierras dedicadas a pastizales, fuentes de agua superficiales y subterráneas y a la cantidad de alimento que se produce después de cada ciclo agrícola.

De acuerdo a resultados obtenidos en este estudio se inventariaron ocho zonas ganaderas siendo el tipo de producción: ganado de engorde, de desarrollo y lechero, con relación a la cantidad de ganado que poseen actualmente en esta zona oscila entre 20-1000 reces, la mayoría ubicada a orillas de los ríos Viejo y Grande de Matagalpa donde el ganado es llevado a bañarse, tomar agua y algunas veces a realizar sus necesidades biológicas aumentando de esta manera la contaminación por heces fecales de origen animal en las aguas superficiales. También existen zonas ganaderas muy cercanas a las fuentes de agua subterránea algunas hasta a cuatro metros de distancias de los pozos. Un 37.5% de los desechos sólidos ganaderos son depositados a orilla de los ríos, otro 37.5% los depositan a orilla del corral los cuales posteriormente son quemados y un 25% lo utilizan en los cultivos como abono orgánico.

Como resultado de las encuestas realizadas a los ganaderos de la zona el tipo de productos veterinarios utilizados para contrarrestar las enfermedades del ganado fueron los siguientes: Bacterina doble, oxitetraciclina, emicina, amiben, levanim, bombard (insecticida acaricida), neguvon y tornasol.

4.5.6 Aeródromos

Los tres aeródromos existentes en la zona prestan servicio de fumigación a particulares, las pistas de aterrizajes se encuentran revestidas de asfalto, las

mezclas de agroquímicos se realizan en pilas revestidas de concretos, las aguas residuales procedentes del lavado de éstas son depositadas directamente al suelo, sin ningún tipo de tratamiento; la hacienda San Benito cuenta con gasolinera propia, con tanque subterráneo para el almacenamiento del combustible que utilizan durante las fumigaciones.

4.5.7 Actividades industriales

Actualmente en el Valle de Sébaco existen diversas actividades industriales como: textil, alimenticia y agroindustrias las que se encuentran en mayor proporción (acopios de café, beneficios de café, trillos de arroz, graneros y bodega de arroz).

4.5.8 Textilera

La industria textilera PRESITEX–Sébaco se ubica en el km 105 carretera panamericana Sébaco–San Isidro, fundada en el año 1999, es el complejo industrial más grande que se identificó; esta industria se dedica al lavado de telas y a la confección de prendas de vestir para la exportación al mercado internacional.

De acuerdo a resultados obtenidos de las encuestas los productos químicos utilizados en el proceso de lavado son: Bisulfito de aluminio (regulador de pH), soda cáustica (aclara el color azul), poli-cloruro de aluminio (coagulante), gel catiónico (separa y aclara el agua), cloro y ácido acético.

El producto de coagulación y floculación de sólidos pasa a la pila de sedimentación el tiempo de residencia del agua es de 10 a 15 minutos según sea el proceso de producción los sólidos obtenidos son depositados directamente al suelo y al aire libre sin ningún proceso de tratamiento; posteriormente el agua es depositada en dos pilas de oxidación con profundidad aproximada de 2 metros las cuales cuentan con un revestimiento de arcilla de 5 a 10 pulgadas de espesor.

La industria carece de una planta de tratamiento de aguas residuales, para el año 2002 estaba en gestión la construcción de ésta. El único tratamiento que reciben las aguas residuales son de carácter biológico, por medio de la utilización de super-enzimas 100 a temperatura de 40°C para controlar el mal olor siendo este insuficiente.

El problema ambiental agravante que la industria textilera produce es la eliminación de desechos y aguas residuales las que se destacan por el gran contenido de colorantes entre las que se encuentran presentes metales pesados como el cromo. Estas aguas son vertidas casi crudas al río Zanjón Negro por medio de canales de conducción lo que provoca malos olores a lo largo de su recorrido. El río Zanjón Negro es afluente del río Grande de Matagalpa por lo tanto el problema ambiental se extiende aguas abajo de este río.

4.5.9 Actividades Alimenticias

La industria alimenticia Torrez- Valle se ubica en el km 111 carretera Sébaco–San Isidro hacienda río Viejo esta industria procesa hortalizas en forma de conservas entre los que se encuentran: Chilotes, chiles jalapeños, zanahorias, cebolla, salsa picante, tortillas etc, para abastecer el mercado local.

Entre los químicos que utilizan en el proceso de producción se encuentran: Benzoato de sodio al 0.001%, amarillo de tartrazina sintética y vitaminas “C”, produciendo un volumen promedio de 25 toneladas al mes. Los desechos sólidos que eliminan en su mayoría son cáscaras y semillas de hortalizas aproximadamente 40 toneladas al mes, los cuales pasan a ser alimentos del ganado. La cantidad de desechos líquidos es de 500 galones diarios los que son depositados directamente al suelo (dato recopilado en entrevistas y encuestas).

4.5.10 Actividades Agroindustriales

De acuerdo a inventario realizado en el área de estudio existen cuatro Trillos de arroz un acopio y tres beneficios de café, los que en su mayoría reciben el café en forma de pergamino; el despulpado se realiza en los beneficios de Matagalpa; el principal desecho obtenido en los trillos de arroz y beneficios de café es la cascarilla de arroz y café, la cual al ser incinerada genera grandes cantidades de CO₂ y cenizas, éstas últimas son depositadas a orillas de caminos y en algunos casos en las riberas y quebradas de ríos.

4.5.11 Priorización de las fuentes contaminantes

Con la priorización de las fuentes contaminantes se estableció un orden de importancia con el cual debe realizarse la caracterización de las fuentes identificadas de acuerdo al tipo de actividad, área afectada, peligro potencial de los desechos sólidos, líquidos y gases generados.

De la priorización de las 121 fuentes de contaminación se determinó que el 84% son de alta prioridad correspondiente a 102 focos de contaminación, el 11% es de moderada prioridad representan a 13 fuentes de contaminación y el 5% resultó ser de baja prioridad que reflejaron 6 puntos de contaminación.

4.5.11.1 Actividades municipales

En la priorización de las 44 actividades municipales resultaron cuarenta y una de alta prioridad entre los que se encuentran siete desarrollos urbanos, sin alcantarillado y con agua potable y veintinueve poblados rurales sin alcantarillado y sin agua potable; dos basureros, dos centros de salud y una laguna con efluente de origen industrial.

Entre las tres actividades de mediana prioridad se encuentran el rastro municipal y los dos cementerios tomando en consideración la cantidad de desechos, modo de disposición y área cubierta.

4.5.11.2 Actividades comerciales

De las veintidos actividades comerciales se obtuvieron dieciseis de alta prioridad como son: nueve distribuidoras de agroquímicos, cuatro talleres de mecánica y tres gasolineras. Entre las actividades caracterizadas de mediana prioridad se encuentran tres, un auto lote de automóviles, el mercado municipal y una distribuidora de productos lácteos (Parmalat), tres resultaron de baja prioridad como son: El acopio de hortalizas y los dos hoteles.

4.5.11.3 Actividades agrícolas

Las cuarenta actividades agrícolas identificadas son de alta prioridad entre las que tenemos treinta actividades agrícolas, ocho actividades ganaderas y dos aeródromos. El desarrollo de la agricultura ha provocado el uso desmedido de agroquímicos de la misma manera que se ha recurrido a técnicas avanzadas en el proceso de la producción como son las formas mecanizadas y el uso de aeronaves y a su vez de aeródromos donde se manipula grandes cantidades en concentraciones suficientes de agroquímicos que causan daño al medio ambiente.

4.5.11.4 Actividades industriales

La actividad industrial en el Valle de Sébaco es muy escasa, las industrias inventariadas fueron la industria textilera PRESITEX-UNISEBACO y la industria alimenticia de conservas y vegetales. La industria textilera es caracterizada de alta prioridad y la industria de conservas de mediana prioridad de acuerdo al tipo

de materia utilizada, modo de disposición de los desechos sólidos y líquidos y tipo de actividad.

4.5.11.5 Actividades agroindustriales

Las actividades agroindustriales identificadas fueron diez, de las cuales se obtuvieron tres de alta prioridad, siendo estos los beneficios de café; cinco de mediana prioridad como son los cuatro trillos de arroz y el acopio de café y dos de baja prioridad entre los que tenemos la bodega de arroz y el granero.

4.5.11.6 Otras actividades

Las actividades en esta categoría son tres: Una clasificada de moderada prioridad correspondiendo al plantel de construcción; y dos de baja prioridad como son la trituradora de materiales de construcción son rocas de basalto y grava y la planta eléctrica. Cabe señalar que las actividades contaminantes han sido caracterizadas de acuerdo al peligro potencial de contaminación (alto, moderado y bajo) (mapa 11 y 12); Lo que ha servido de base para determinar la priorización (alto, moderado, y baja prioridad), de esta manera las actividades contaminantes de alta prioridad representan un alto peligro potencial de contaminación, las de moderada prioridad representan un moderado peligro potencial de contaminación y las de baja prioridad un bajo peligro de contaminación. El peligro potencial de contaminación representa el grado de peligro en un tiempo Inmediato o futuro de las sustancias o compuestos que producen las fuentes en el desarrollo de sus actividades y el tipo de efluente (líquido o sólido) que genera cada una de ellas (Suwar- Marena octubre, 2000). Se muestra la priorización de las fuentes contaminantes (gráfico7) del Valle de Sébaco.

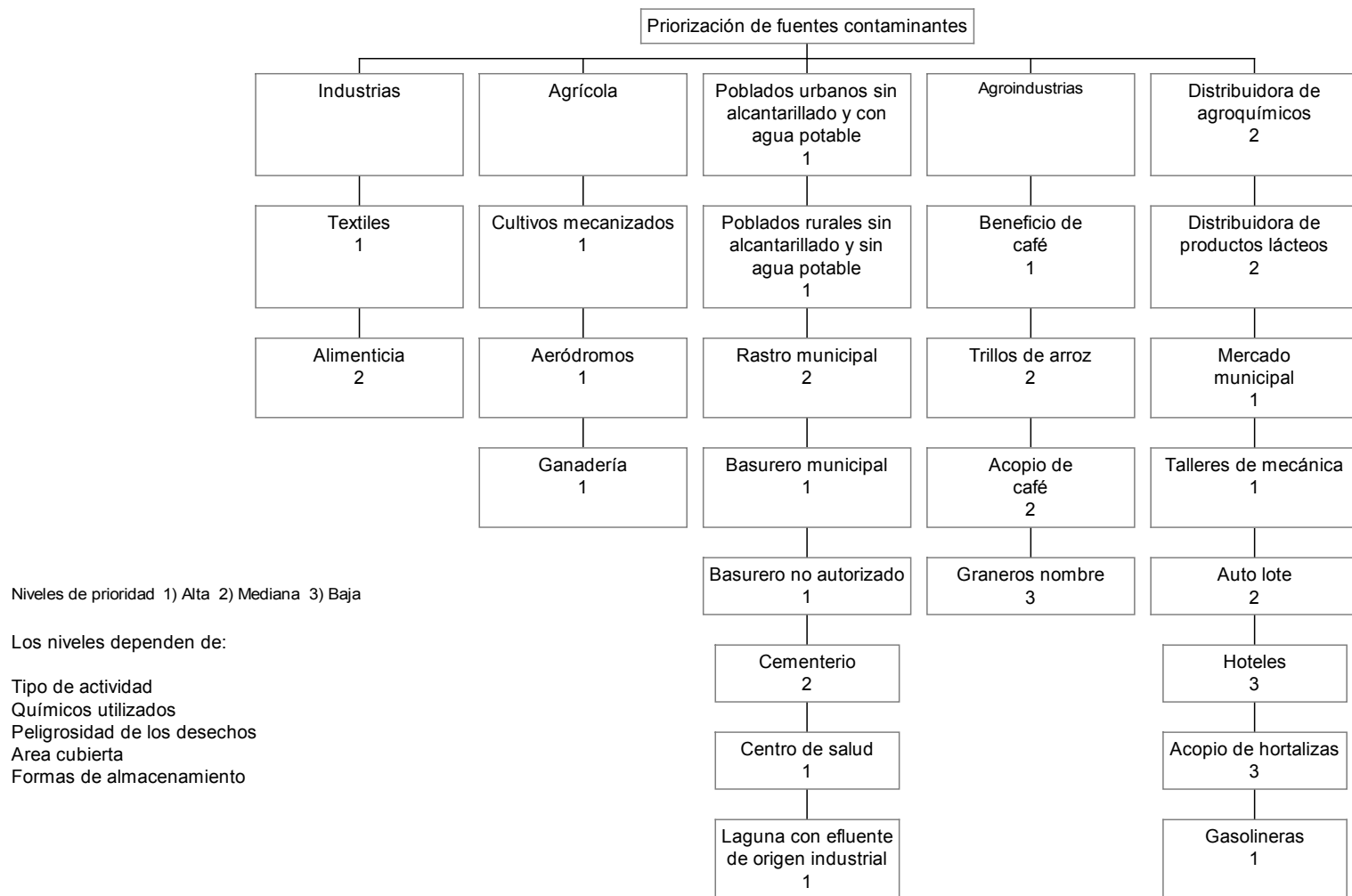


Gráfico 11 - Priorización de fuentes contaminantes en el Valle de Sébaco

Tabla 28 - Resultados de priorización según peligro potencial de contaminación

Priorización según peligro de contaminación				
	Baja	Moderada	Alta	Total
Número	6	13	102	121
Porcentaje	5%	11%	84%	100%

Tabla 29 - Resultados de priorización por actividad según peligro potencial de contaminación

Prioridad según peligro potencial de contaminación					
Actividades	Baja	Moderada	Alta	Total	Porcentaje
Industrial		1	1	2	1.7
Agrícolas			40	40	33
Agroindustrias	2	5	3	10	8.3
Comerciales	3	3	16	22	18.2
Municipales		3	41	44	36.4
Otras	1	1	1	3	2.5
Total	6	21	94	121	100

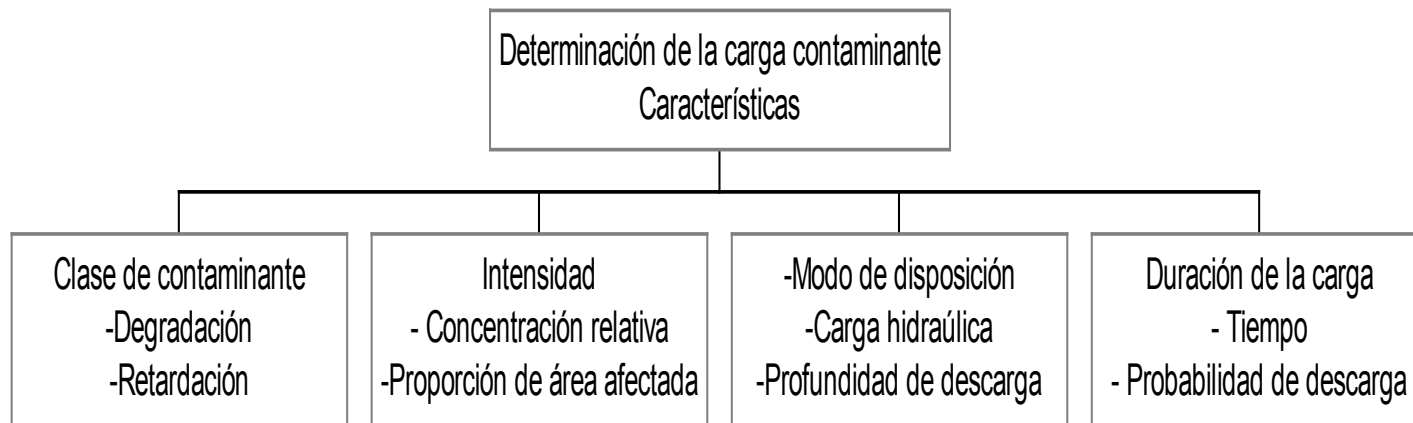


Gráfico12: Caracterización de las fuentes contaminantes

Fuente: Suwar- Marena, 2000

4.5.12 Caracterización de fuentes contaminantes

4.5.12.1 Actividades municipales

Por las características que presenta la zona, ésta se encuentra dividida en áreas de desarrollo urbano y áreas de desarrollo rural. Las áreas de desarrollo urbano cuentan con servicio de agua potable pero sin alcantarillado sanitario mientras que en las áreas de desarrollo rural carecen de los dos servicios. De las treinta y seis comunidades ubicadas en el área de estudio solamente siete cuentan con red de abastecimiento de agua, tres ubicadas en la zona central, dos en la zona sur-este y dos en San Isidro, la mayoría de la población rural se abastece a través de pozos perforados / excavados y puestos públicos. El saneamiento se efectúa a través de la construcción de letrinas aproximadamente a 5 varas de profundidad así como también con dos basureros uno municipal y el otro de forma ilegal donde depositan los desechos de origen doméstico, industrial, comercial y municipal.

El basurero municipal cuenta con un área aproximada de $\frac{1}{4}$ de manzana donde depositan un volumen de casi veinte (20) toneladas de basura mensualmente.

Entre los desechos recolectados por la municipalidad en la industria textilera PRESITEX- UNISEBACO se encuentran empaques plásticos, cajas de cartón, trozos de telas, hilos y desechos domésticos.

Otro foco de contaminación caracterizado de alta prioridad es la laguna de oxidación localizada en la industria textilera PRESITEX –UNISEBACO, los desechos sólidos originados en las pilas de sedimentación contienen un alto contenido de químicos utilizados en el proceso, además de sedimentar las fibras de las telas junto con ellas sedimentan también parte de los compuestos químicos utilizados en el proceso de lavandería los que son depositados directamente en el suelo.

4.5.12.2 Actividades comerciales

Los desechos sólidos generados en el mercado municipal son bolsas plásticas, cajas de cartón, residuos de desechos de vegetales y hortalizas, considerado de moderado peligro de contaminación. En cuanto a los talleres de mecánica estos depositan directamente al suelo, sustancias derivadas de hidrocarburos producto del lavado de piezas automotrices con gasolina y diesel, considerados de alto peligro de contaminación al acuífero, debido al tipo de sustancia, modo de disposición, frecuencia y cantidad de aplicación.

Las gasolineras representan un alto peligro de contaminación para las aguas subterráneas debido al almacenamiento de hidrocarburos en tanque subterráneos entre los que se destacan gasolina, diesel y lubricantes. Los tanques subterráneos se encuentran a 4, 6 y 7 metros de profundidad. Las aguas residuales producto del lavado de vehículos y limpieza del local no reciben ningún tipo de tratamiento siendo depositadas directamente al suelo, los principales desechos sólidos son recipientes vacíos de plástico y aluminio, los que son recolectados por los camiones de la municipalidad.

Las distribuidoras de agroquímicos están catalogadas de alto peligro de contaminación esto es por la gran cantidad y modo de almacenamiento de los agroquímicos, en algunos casos no cuentan con revestimiento impermeable, la vulnerabilidad de la zona a las inundaciones es otro peligro de contaminación ya que algunas están situadas muy cerca del Río Grande de Matagalpa, las que podrían verse afectadas con un desastre natural y provocar una catástrofe debido a que todas ellas son sustancias tóxicas. Otro factor es el grado de peligrosidad tanto para el acuífero como para las personas que manipulan el producto.

Las actividades comerciales de moderada peligrosidad son el auto lote de automóviles y la distribuidora de productos lácteos, las que utilizan desinfectantes y detergentes en la limpieza del local.

De baja peligrosidad son catalogados los hoteles y el acopio de hortalizas los que en su mayoría generan desechos orgánicos de vegetales y aguas residuales domésticas (baño, inodoro, lavado de ropa y limpieza personal).

4.5.12.3 Actividades agrícolas

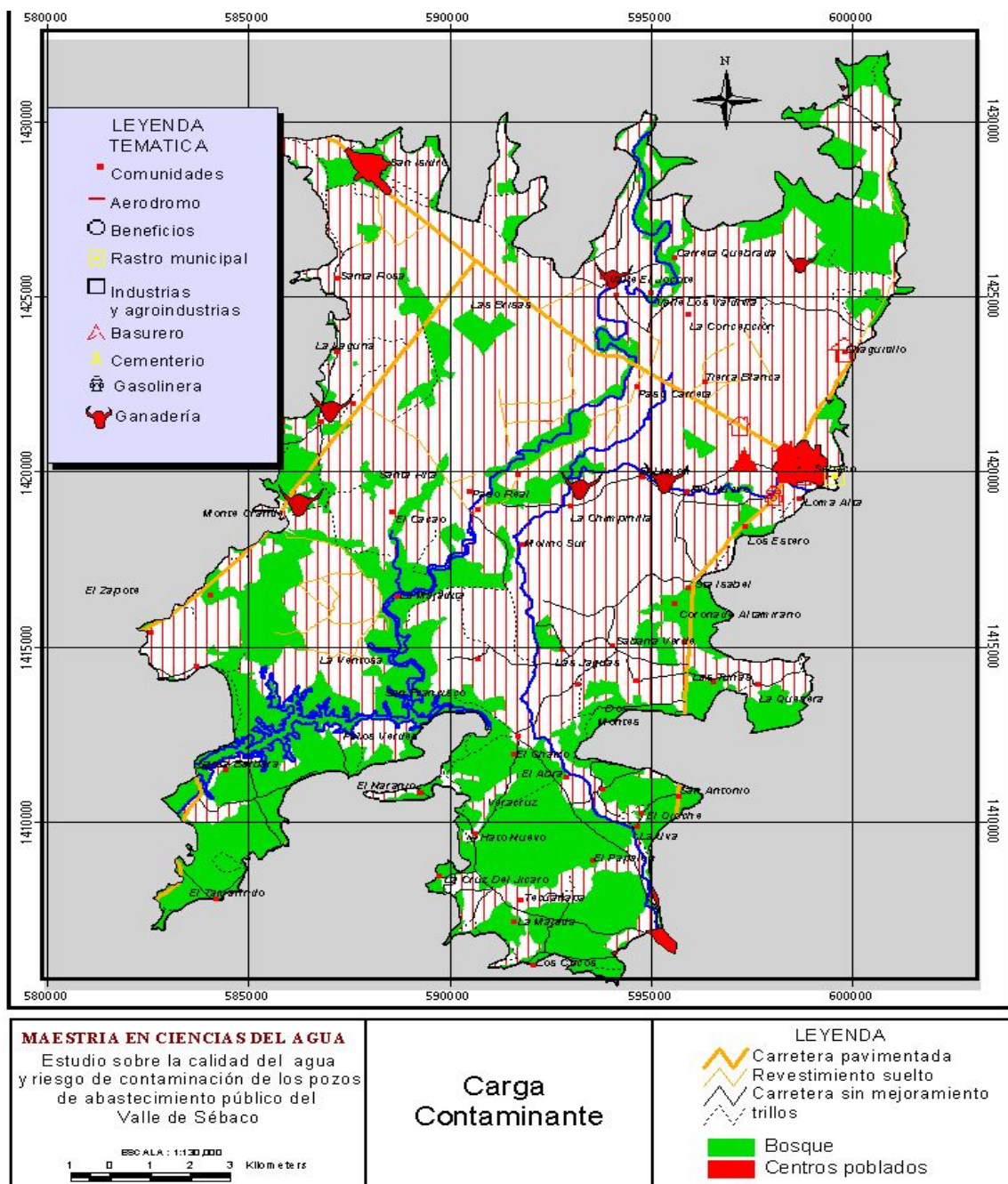
La agricultura es la principal actividad económica de este sector la que se ha desarrollado a gran escala, lo cual ha provocado la utilización de grandes cantidades y concentraciones de agroquímicos durante los cultivos de arroz y hortalizas. En los lugares donde se encuentran ubicados los aeródromos existe una enorme manipulación de agroquímicos en el proceso mezcla y llenado de las aeronaves, las aguas residuales procedentes del lavado de los recipientes en el proceso de mezclado no reciben ningún tipo de tratamiento siendo depositados directamente al suelo.

Al mismo tiempo los desechos sólidos (bolsas plásticas, cajas, envases de aluminio, vidrio y plástico) con restos de agroquímicos son quemados a orillas de las pistas de aterrizaje y a la orilla de los cultivos donde previamente se realizan las mezclas de plaguicidas causando contaminación al medio ambiente al generarse una gran cantidad de gases tóxicos.

La ganadería es otra actividad económica muy importante en esta región y se desarrolla a la par de la actividad agrícola la que brinda el alimento necesario al ganado después de las cosechas. Las actividades ganaderas han sido clasificadas de alta prioridad debido a la cantidad de ganado existente, el modo de disposición y tratamiento de los desechos sólidos los que en su mayoría no reciben ningún tipo de tratamiento, en algunos casos son depositados a orilla de los ríos.

4.5.12.4 Actividades industriales

La industria textilera PRESITEX –UNISEBACO es caracterizada de alto peligro de contaminación debido al tipo de sustancias utilizadas entre las que se encuentran ácidos, bases y metales pesados como el cromo, siendo este un metal tóxico y estable en el medio ambiente. Las industrias de conservas de hortalizas son caracterizadas de moderada prioridad debido al tipo de sustancias utilizadas en el proceso de producción, el modo de disposición y cantidad utilizada. Se muestra la carga contaminante del Valle de Sébaco (mapa 12) y las fuentes difusas y puntuales.



Mapa 12 - Carga contaminante Valle de Sébaco, 2002.

4.6 Vulnerabilidad Natural del Acuífero Ante El Peligro Potencial de Contaminacion

4.6.1 Estimación de la vulnerabilidad hidrogeológica

La vulnerabilidad hidrogeológica se define como la sensibilidad natural que tiene un acuífero a la contaminación. La vulnerabilidad es una herramienta que constituye parte de la base técnica para la formulación de un plan general de protección para las aguas subterráneas. Es importante considerar que para determinar el impacto que tiene una fuente contaminante es necesario conocer las condiciones geológicas e hidrogeológicas y la sensibilidad que estas condiciones tienen a la contaminación (Suwar-Marena octubre, 2000).

4.6.2 Método DI.OS

El método DI.OS de acuerdo a Foster & Hirata 1987, consiste en evaluar la susceptibilidad natural de un acuífero a ser contaminado. El método establece tres (3) parámetros como son: DI- distancia o profundidad al agua subterránea, O- ocurrencia o tipo de acuífero, S- sustrato litológico estos parámetros representan distintos niveles de atenuación para el transporte de contaminantes.

4.6.3 Ocurrencia del acuífero (O)

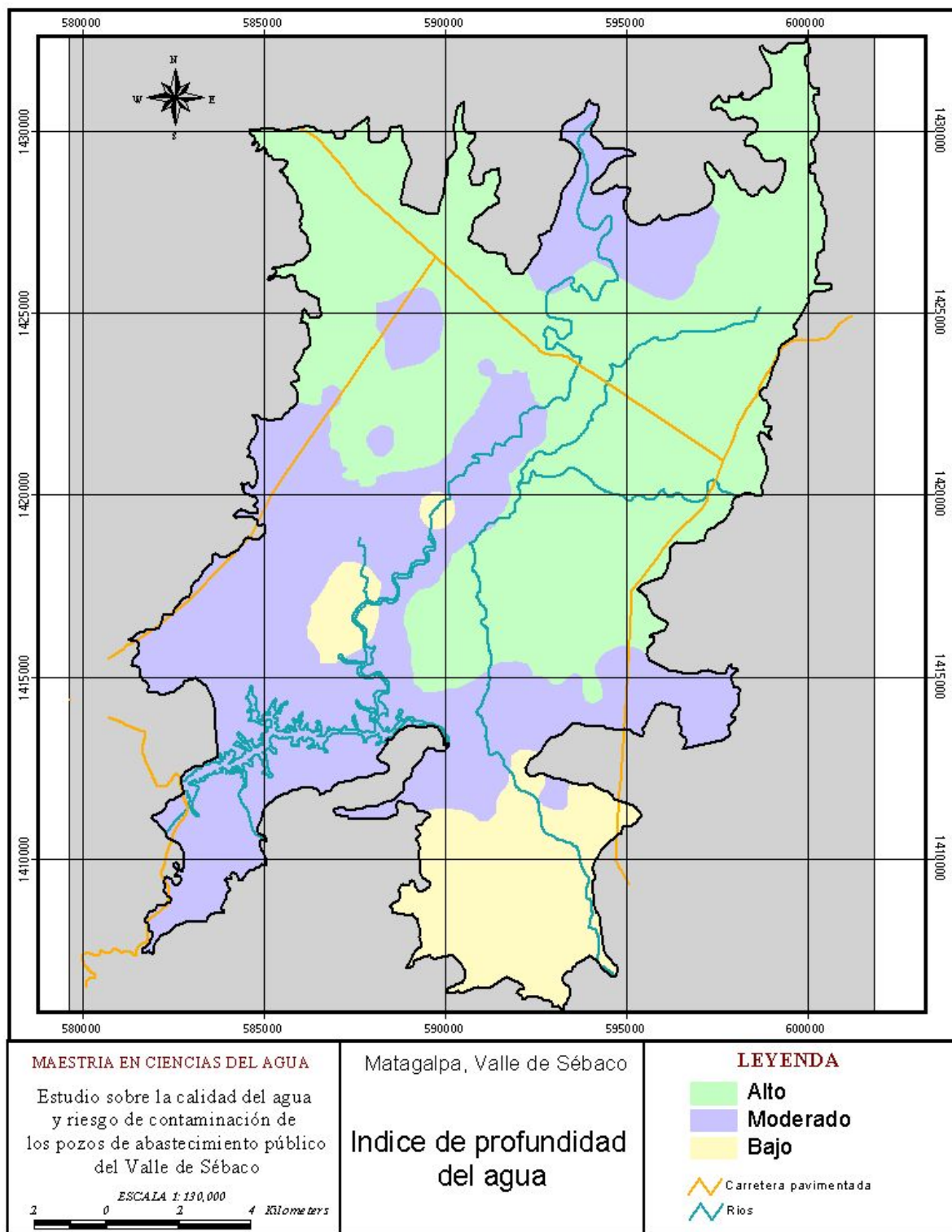
El efecto del tipo de acuífero sobre la vulnerabilidad se determinó sobre la base de la unidad acuífera considerándose que para un acuífero confinado el valor del coeficiente es de 0.2, mientras tanto si el acuífero es no confinado (libre) se le asigna un valor de 1,0 debido a que éste tiene mayor posibilidad de ser contaminado.

4.6.4 Profundidad al agua subterránea (DI)

Este parámetro muestra la influencia de la profundidad del nivel freático sobre la vulnerabilidad del sistema acuífero. En lo que respecta a la profundidad del nivel freático (DI) se utilizó la información obtenida en el levantamiento hidrogeológico de campo de las mediciones de los niveles estáticos del agua.

Las limitaciones más significativas del método son: No toma en cuenta el efecto de las fallas geológicas, ni el acceso directo a través de pozos. Considera una vulnerabilidad general y no para un contaminante específico, por otro lado no considera otros parámetros hidrogeológicos como la recarga del acuífero, topografía del terreno, conductividad hidráulica y composición geológica del acuífero

En el mapa 13 se muestra la profundidad del agua subterránea desde la superficie a la tabla de agua.



Mapa 13 - Profundidad del nivel del agua, Valle de Sébaco 2002

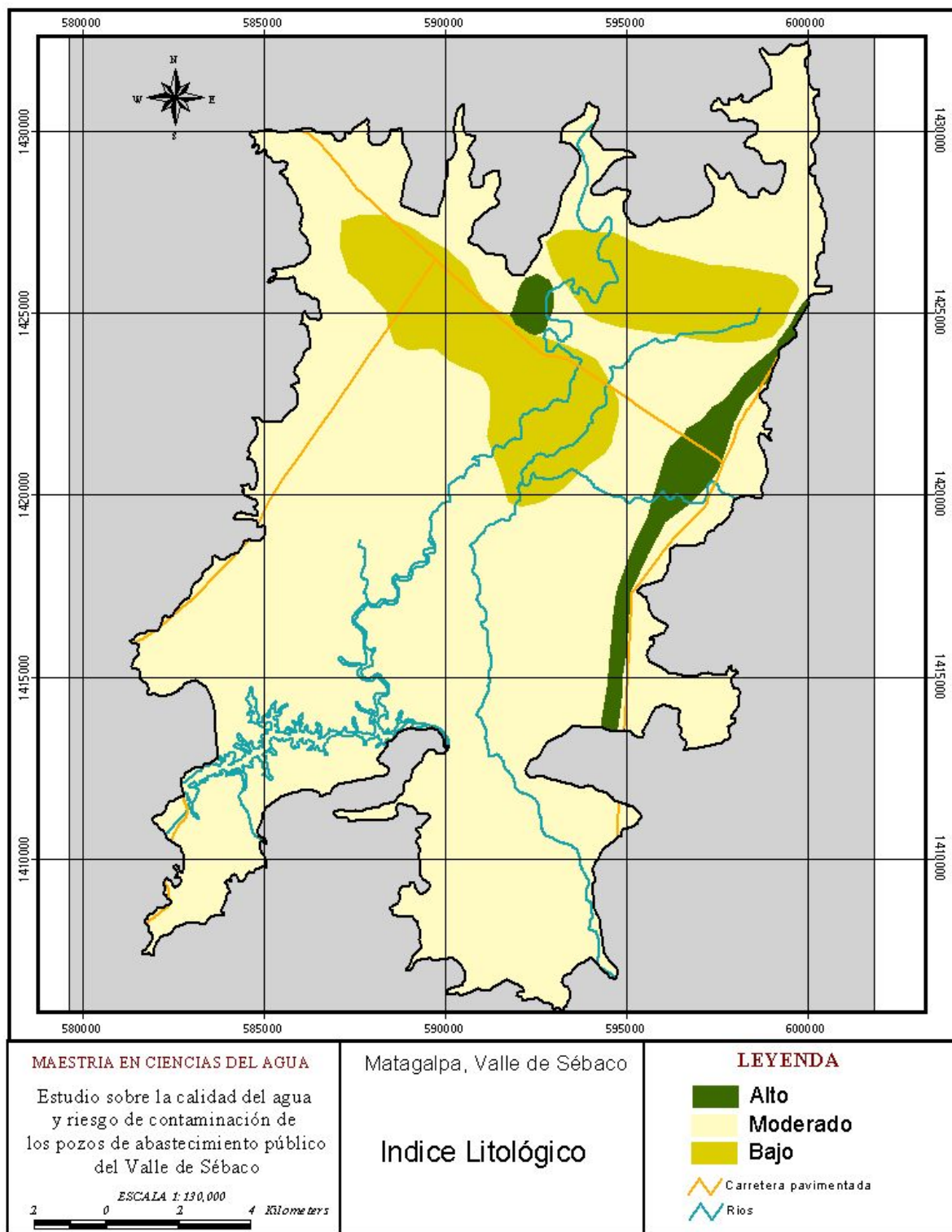
4.6.5 Substrato litológico (S)

Este parámetro describe el efecto de los estratos litológicos situados sobre el nivel freático así por ejemplo la sensibilidad natural del agua subterránea ante una potencial fuente de contaminación, es condicionada en gran medida por el grado de atenuación de cada uno de los estratos litológicos (Foster & Hirata, 1987).

El substrato litológico se caracterizó de acuerdo a la información obtenida de los perfiles litológicos levantados en el área de estudio a partir de los registros de pozos. En el mapa 14 se representa la litología del Valle de Sébaco.

Tabla 30 - Matriz para la evaluación de la vulnerabilidad hidrogeológica, según el método DI.OS aplicado al acuífero del Valle de Sébaco.

Parámetros		Vulnerabilidad hidrogeológica		
		Baja	Moderada	Alta
Clasificación y características	DI. Distancia al agua (m)	20-100 A (0.5)	10-20 B (0.7)	<10 C (0.9)
	O- Ocurrencia Del agua subterránea			No confinado (1,0)
	S- Sustrato litológico	B (0,5) Sedimento Arcilloso-limoso D	M (0,6) Sedimento Arenoso-fino E	A (0,7) Sedimento Arenoso-grueso F
	Combinación De características	(A-D)	(A-E) (A-F) (B-D) (B-E)	(C-E) (C-F)



Mapa 14 - Clasificación de la litología Valle de Sébaco, 2002

4.6.6 Escenarios hidrogeológicos:

El índice de vulnerabilidad se obtuvo producto de la multiplicación de los parámetros: Distancia al agua, ocurrencia y substrato litológico, como resultado de la sobreposición de éstos tres parámetros se obtuvieron siete escenarios con diferentes características hidrogeológicas.

Tabla 31 - Escenarios hidrogeológicos del área de estudio y análisis de los tres parámetros del sistema (DIOS) y el índice de vulnerabilidad (IV).

Escenarios	Parámetros			
	DI	O	S	IV
1	0,5	1,0	0,5	0.2
2	0,5	1,0	0,6	0,3
3	0,5	1,0	0,7	0,4
4	0,7	1,0	0,5	0,4
5	0,7	1,0	0,6	0,4
6	0,7	1,0	0,7	0,5
7	0,9	1,0	0,6	0,5

Posteriormente al cruzar la información obtenida de los tres parámetros anteriores se calculó la distribución espacial del índice de vulnerabilidad; utilizando esta información se determinaron las zonas de vulnerabilidad para el acuífero del Valle de Sébaco.

Finalmente con el propósito de lograr una aplicación cualitativa de los índices de vulnerabilidad, se elaboró una escala de rangos de vulnerabilidad que permitió calificarla en alto, moderado y bajo. Esta calificación también permitió hacer un análisis comparativo con las escalas de peligro potencial de contaminación utilizadas para la carga contaminante y lograr establecer de esta forma una condición de peligro para el acuífero.

El método conduce al producto de un mapa de vulnerabilidad que funciona como instrumento de planificación.

4.6.7 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad del acuífero del Valle de Sébaco quedó constituida como baja, moderada y alta.

4.6.7.1 Área de baja vulnerabilidad

El área de baja vulnerabilidad es la más extensa del Valle de Sébaco, la cual está constituida por tres zonas ubicadas de la siguiente manera: al nor-oeste, zona central la se extiende hasta el nor-este y una tercera zona situada al este del Valle de Sébaco, donde los perfiles del suelo están compuestos por sedimentos arcilloso-limoso, arenoso-fino; alta y moderada profundidad del agua sub-terránea. Cabe señalar que en estas zonas existe un alto grado de fracturamiento y fallas de tipo cubierta facilitando el paso de los contaminantes al agua subterránea.

4.6.7.2 Área de moderada vulnerabilidad

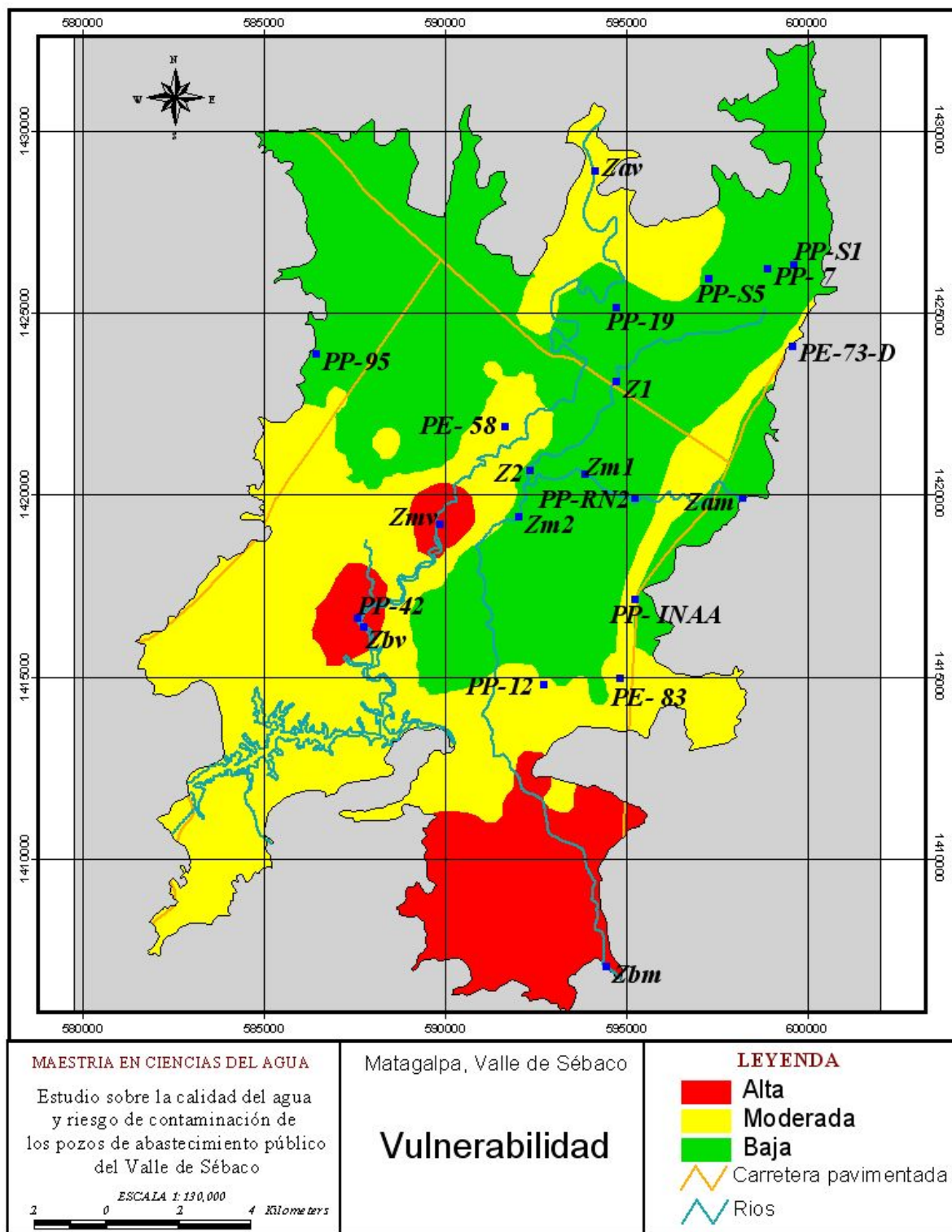
Esta área quedó constituida por cinco zonas caracterizadas por la presencia de materiales sedimentarios arenoso-fino y arenoso-grueso así mismo moderada profundidad del agua subterránea. Las zonas de moderada vulnerabilidad se

localizan en el sector sur-eoste, centro, norte, sur-este y este del Valle de Sébaco.

4.6.7.3 Area de alta vulnerabilidad

Quedó constituida por tres zonas ubicadas de la siguiente manera: Centro, sur-este y sur-oeste del Valle de Sébaco. Estas zonas se caracterizan por la presencia de sedimento arenoso –fino; así mismo baja profundidad del estático del agua

En el siguiente mapa se presenta la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Valle de Sébaco.



Mapa 15 - Vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Valle de Sébaco, 2002.

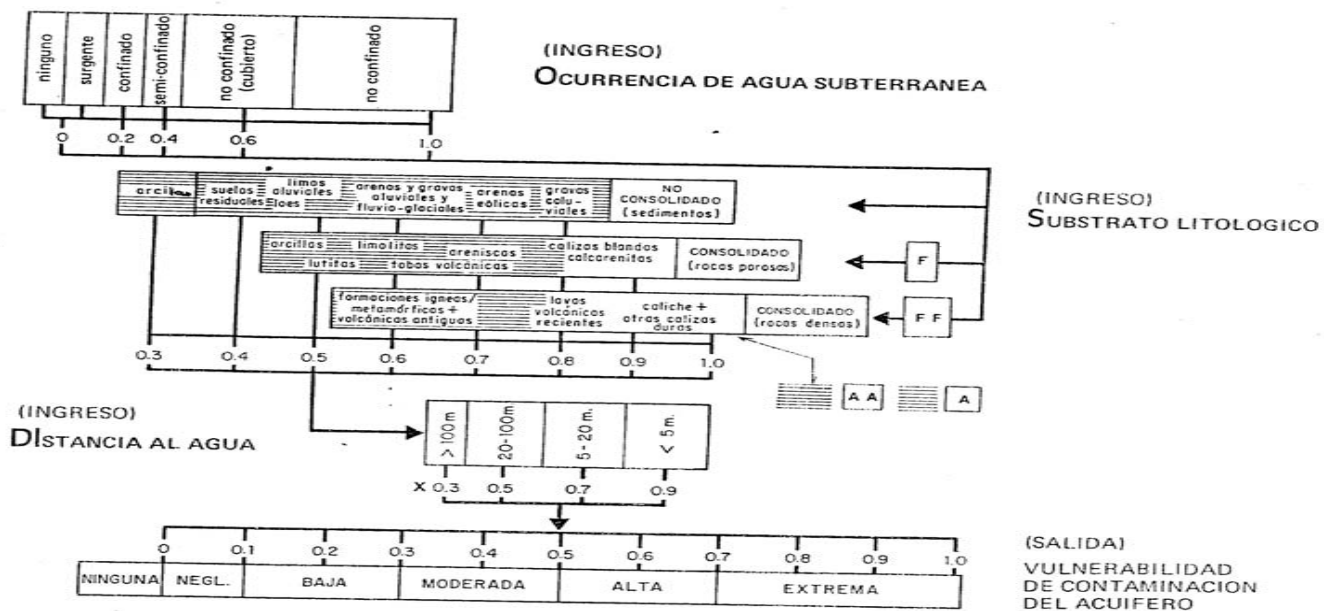


Figura 18

SISTEMA DIOS PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO
(compilado de Foster, 1987)

Adicionalmente al indice total, los sufijos son retenidos para todas las formaciones fisuradas y las que contienen gran cantidad de arcilla.

Gráfico 13 - Matriz para la evaluación del índice de vulnerabilidad del acuífero

4.6.8 Peligro de contaminación y zonas de protección de pozos municipales

El peligro de contaminación de las aguas subterráneas se determinó por la interacción entre la carga contaminante que es, será, o pudiera ser aplicada al subsuelo como resultado de la actividad humana y la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, debido a las características naturales de los sustratos litológicos que cubren y se separan de la superficie (Foster,1987).

En este estudio se determinó de manera general el peligro de contaminación de las aguas subterráneas con el propósito de definir zonas de protección de pozos a partir de las zonas de captura calculadas para los pozos de abastecimiento público.

Considerando que la estimación del peligro de contaminación del acuífero fue determinada de manera general y no para un contaminante en especial, por tanto la combinación de la vulnerabilidad y la carga contaminante fueron clasificadas de manera cualitativa.

Tabla 32 - Matriz para la evaluación del peligro potencial de contaminación

		Carga contaminante potencial		
		Alta	Moderada	Baja
Vulnerabilidad natural	Alta	Alto	Alto	Moderado
	Moderada	Alto	Moderado	Bajo
	Baja	Alto	Moderado	Bajo

Fuente: Suwar marena 1995 in Cruz O, 1996.

Tabla 33 - Peligro potencial de contaminación del acuífero según peligro por actividad contaminante y vulnerabilidad.

Tipo de actividad	Peligro	Vulnerabilidad	Peligro
Industria textil	alto	moderada	alto
Industria alimenticia	moderado	baja	moderada
Agrícola 1	alto	baja	alto
Agrícola 2	alto	moderada	alto
Agrícola 3	alto	alta	alto
Aeródromo	alto	baja	alto
Aeródromo	alto	moderada	alto
Ganadería G1	alto	moderada	alto
Ganadería G2	alto	moderada	alto
Ganadería G3	alto	moderada	alto
Ganadería G4	alto	baja	alto
Ganadería G5	alto	moderada	alto
Ganadería G6	alto	baja	alto
Poblados urbanos sin alcantarillado y con agua potable	alto alto alto	baja alta moderada	Alto Alto alto
Poblados rurales sin alcantarillado y sin agua potable	Alto alto alto	moderada alta bajo	alto alto alto
Rastro municipal	moderado	moderada	moderado
Basurero municipal	alto	moderada	alto
Basurero no autorizado	alto	bajo	alto
Cementerio	moderado	moderada	moderada
Centro de salud	alto	baja	alto
Laguna con efluente de origen industrial	alto	moderada	alto
Beneficio de café 1	alto	baja	alto

Continúa tabla 33

Tipo de actividad	Peligro	Vulnerabilidad	Peligro
Beneficio de café 2	alto	moderada	alto
Trillo de arroz	moderado	baja	alto
Acopio de café	moderado	baja	alto
Granero	bajo	baja	bajo
Distribuidora de agro-químicos	alto	baja	alto
Distribuidora de productos lácteos	moderado	baja	moderado
Mercado municipal	moderado	baja	moderado
Talleres de Mecánica	alto	baja	alto
Auto lote	moderado	baja	moderado
Hoteles	bajo	baja	bajo
Acopio de hortalizas	bajo	baja	bajo
Gasolineras	alto	baja	alto

4.6.8.1 Peligro de contaminación para el acuífero normas ABC

El peligro de contaminación para el acuífero se determinó así también aplicando el sistema ABC canadiense para cada una de las sustancias detectadas en el agua subterránea. Anexo 6

4.6.8.1.1 Plaguicidas organoclorados, organofosforados y carbamatos

El endrín fue detectado en una concentración de 0,218 $\mu\text{g l}^{-1}$ comparado con el valor de las normas canadienses ABC (0,20 $\mu\text{g l}^{-1}$) esta se ubica en la categoría B, este criterio indica la necesidad de realizar análisis completo.

El plaguicida organoclorado pp'-DDD se detectó en una concentración de 0,151 $\mu\text{g l}^{-1}$, mientras que el plaguicida organofosforado Diazinon fue detectado

en una concentración de $0,1504 \mu\text{g l}^{-1}$. Por otro lado las concentraciones detectadas de los plaguicidas carbamatos carbaryl y carbofurano fueron de ($0,106$ y $0,432 \mu\text{g l}^{-1}$) respectivamente. Las normas canadienses ABC establecen un valor de $0,05 \mu\text{g l}^{-1}$ para los plaguicidas antes mencionados por lo cual las concentraciones detectadas se sitúan en el criterio A, el cual delimita los niveles de detección de los productos químicos orgánicos (plaguicidas) de fabricación humana.

4.6.8.1.2 Minerales poluentes

El amonio fue detectado en los pozos PP-42 y PE-58 en concentraciones de 244 y $470 \mu\text{g l}^{-1}$ comparados con el valor guía de las normas ABC ($200 \mu\text{g l}^{-1}$), estas concentraciones se ubican en la categoría A. Así mismo las concentraciones detectadas del ión fluoruro en los pozos PE-58, PP-42, PE-83 y PP-95 corresponden a (380 , 340 , 410 y $890 \mu\text{g l}^{-1}$), el valor establecido por normas canadienses ABC ($300 \mu\text{g l}^{-1}$) sugieren que las concentraciones antes mencionadas se ubican en la categoría A.

Las concentraciones de ortofosfato detectadas en los pozos (PE-73, PP-19 y PP-RN2) fueron de 81 , 84 y $75 \mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente, mientras que las concentraciones en los pozos PE-58 y PE-83 correspondieron a 134 y $114 \mu\text{g l}^{-1}$ las normas ABC establecen $50 \mu\text{g l}^{-1}$ para el criterio A y $100 \mu\text{g l}^{-1}$ para el criterio B.

En ocho pozos perforados y excavados se detectaron concentraciones de nitrato en un rango de 146 a $4460 \mu\text{g l}^{-1}$ las guías canadienses ABC establecen un valor mínimo para este ion de $10 \mu\text{g l}^{-1}$ para la categoría A. Por otro lado tres pozos presentaron concentraciones de nitrato de $15\ 240$ a $20\ 770 \mu\text{g l}^{-1}$ estas concentraciones se ubican en la categoría B ($10\ 000 \mu\text{g l}^{-1}$).

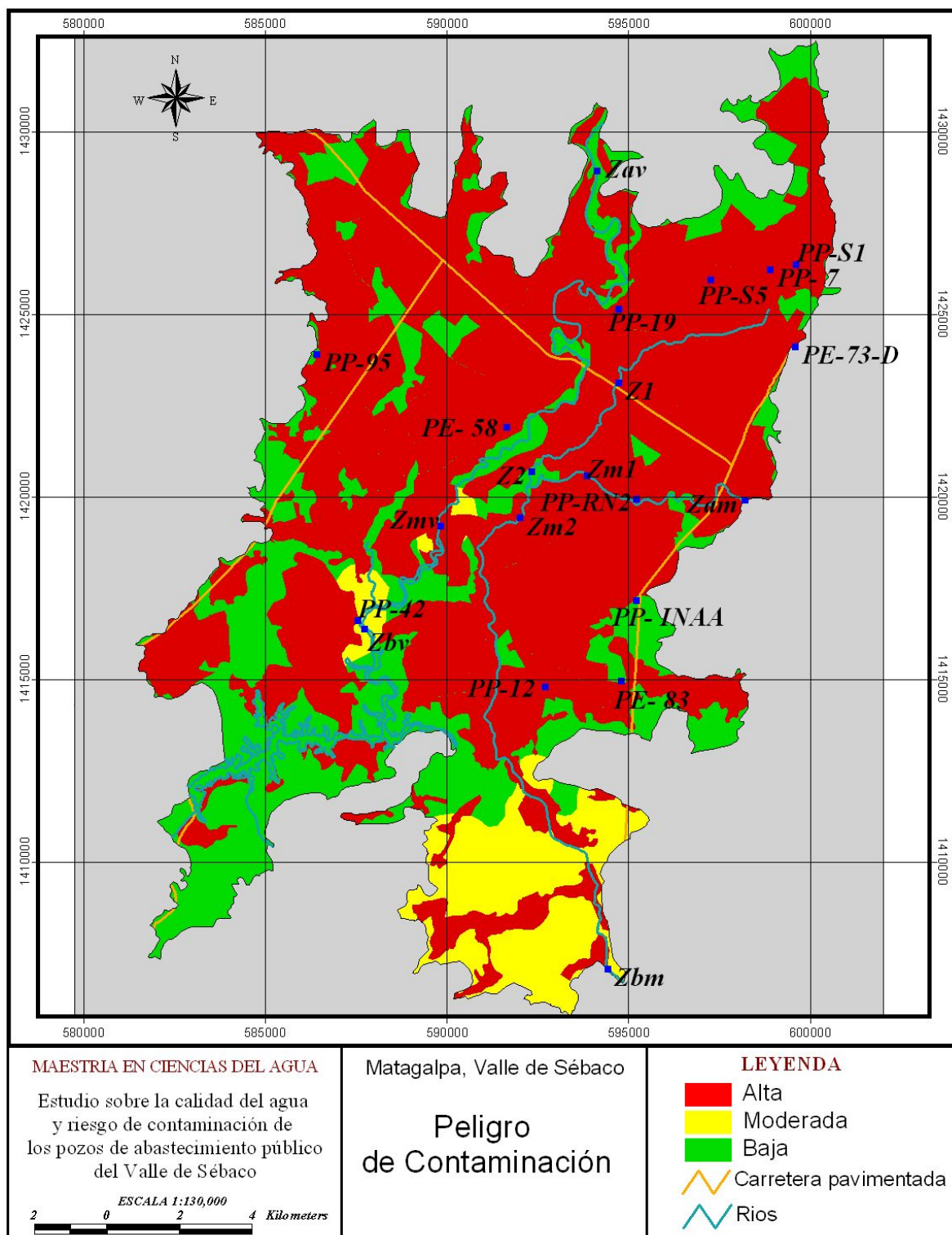
El pozo PE-58 presentó una concentración de nitrito de $294 \mu\text{g l}^{-1}$, las normas ABC establecen un valor de $20 \mu\text{g l}^{-1}$ para la categoría A.

4.6.8.1.3 Metales pesados

En los pozos PP-42 y PP-95 se detectaron concentraciones de arsénico de 9,21 y 10,80 $\mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente, por otro lado en los pozos PP-42, PE-83 y PE-58 se detectaron concentraciones de plomo de 8,94, 12,57 y 6,12 $\mu\text{g l}^{-1}$ respectivamente. Las normas canadienses ABC establecen una concentración de arsénico de 5,0 $\mu\text{g l}^{-1}$ y 10 $\mu\text{g l}^{-1}$ para el plomo clasificándose ambas concentraciones en la categoría A

En el mapa 16 se presenta el peligro de contaminación del acuífero, el cual consiste en la superposición del mapa de vulnerabilidad y el mapa de carga contaminante en el que se ubican las fuentes puntuales y difusas de contaminación.

El peligro de contaminación quedó constituido como alto moderado y bajo; las zonas de alto peligro de contaminación son las de mayor extensión mientras que las zonas de moderado peligro de contaminación son las de menor extensión, ubicándose en el sur – este, sur-oeste y central del Valle. Por otro lado las zonas de bajo peligro están distribuidas en pequeñas localizaciones por todo el Valle de Sébaco.



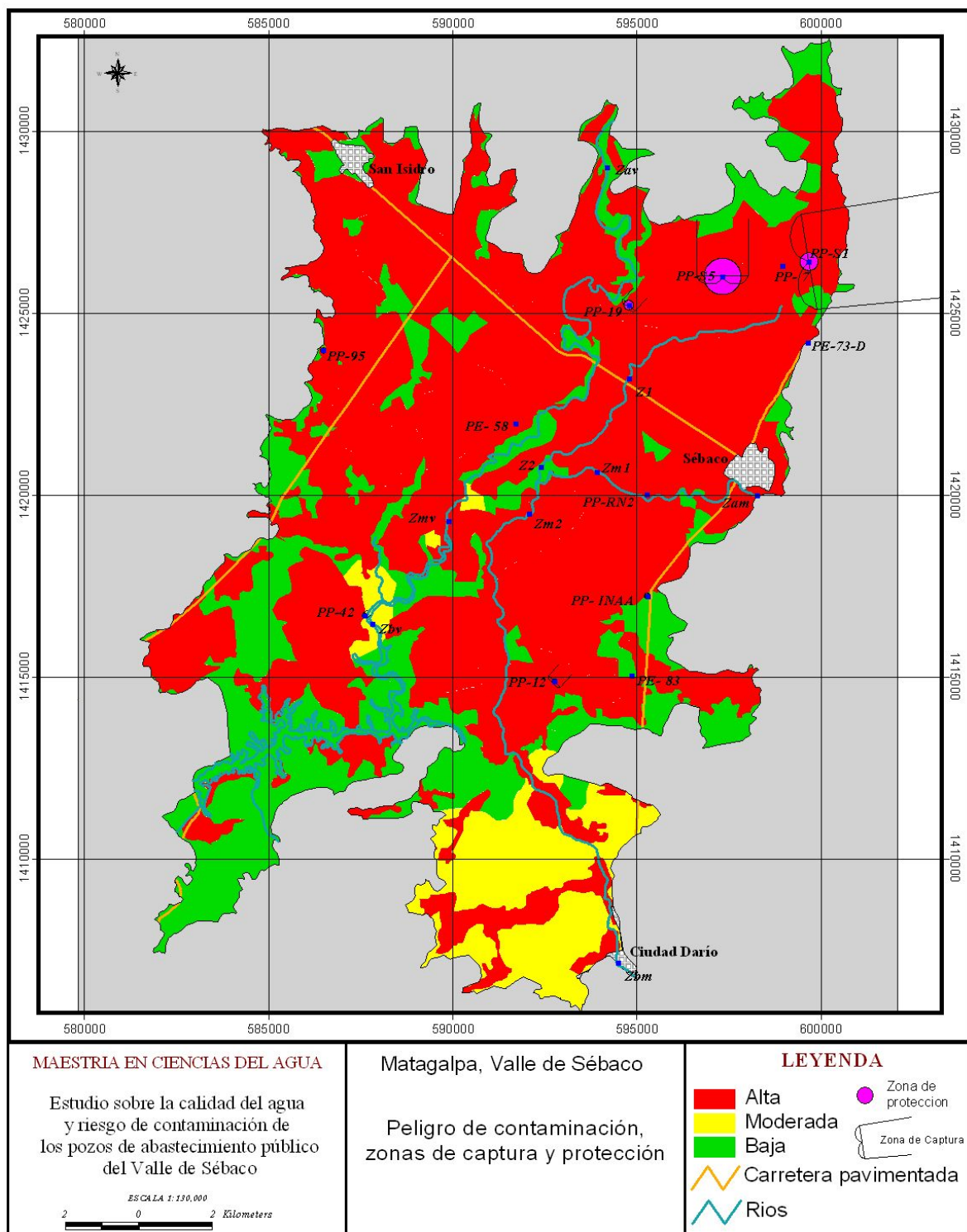
Mapa 16 - Peligro de contaminación según carga contaminante y vulnerabilidad

Para la determinación del peligro de contaminación de los pozos de abastecimiento público se consideró la dirección del flujo del agua subterránea y las posibles fuentes de contaminación próximas a éstos.

En los mapas (5 y 17) se ilustran las zonas de captura de los pozos de abastecimiento público tanto para la población de Matagalpa como para la población local, a través de las cuales es posible observar que el área de contribución al agua de los pozos se localizan en zonas de alto peligro de contaminación. Así por ejemplo los pozos PP-S1, PP-S5, PP-RN2, PP-12, PP-19, PP-95, PE-58, PP-INAA, PP-42 y PP-7 están ubicados en áreas de alto peligro de contaminación mientras que el pozo PE-83, se localiza en un área de bajo peligro de contaminación.

4.6.9 Zonas de protección de pozos de abastecimiento público

Al observar la longitud de las zonas de captura de los pozos PP-S1 y PP-S5 del campo de pozos Chagüitillo, éstas son superiores al resto de pozos de abastecimiento público por lo tanto éstos corren mayor peligro de contaminación por lo cual deben ser considerados de mayor prioridad de protección.



Mapa 17 - Peligro de contaminación y zonas de captura de los pozos de abastecimiento público Valle de Sébaco, 2002.

5. CONCLUSIONES

- 5.1 El 84% de las fuentes de contaminación inventariadas son de alto peligro (102), el 11% son de moderado peligro (13) y el 5% son de bajo peligro.
- 5.2 La vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del Valle de Sébaco quedó caracterizada en orden decreciente de cobertura del área, como: Baja (3 zonas) > Moderada > (5 zonas) > Alta (3 zonas).
- 5.3 El 90% de los pozos de abastecimiento público se localizan en zonas de alto peligro de contaminación.
- 5.4 Cualquier fuente de contaminación bacteriológica puntual situada alrededor de los pozos de abastecimiento público representan un alto peligro de contaminación para el acuífero.
- 5.5 El 80% de los pozos de abastecimiento público presentaron abundancia de coniformes totales, bacterias termotolerantes y *Escherichia Coli* por encima del valor guía recomendado por las normas CAPRE.
- 5.6 El 40% de los pozos perforados estudiados presentaron altas concentraciones del plaguicida organofosforado Fention (11, 15 y 16 veces por encima) de las Normas CAPRE.
- 5.7 Los carbamatos aldicarb, metomil y carbofurano fueron detectados en altas concentraciones en la zona alta del río Grande de Matagalpa (aldicarb 400 veces) por encima del valor guía CAPRE.

- 5.8 El 25% de los pozos de abastecimiento público sobrepasaron ligeramente el valor guía para arsénico total (Normas CAPRE). Ningún sitio de muestreo presentó concentraciones de plomo que sobrepasen el valor guía para la vida acuática (CCME).
- 5.9 El plaguicida organofosforado etil-paration fue detectado en el 36% de los pozos estudiados y en el 30% de los sitios sobre los ríos, con una concentración máxima de 163 veces por encima del valor guía (Normas Europeas).
- 5.10 El 20% de los pozos estudiados presentaron concentraciones de hierro que sobrepasaron el valor guía (Normas CAPRE).
- 5.11 El tipo hidroquímico del agua del Valle de Sébaco es bicarbonatada cálcica la cual está relacionada con aguas de zona de recarga procedente de las montañas circundantes.

6 RECOMENDACIONES

- 6.1 Dar a conocer los resultados de este estudio a las alcaldías de los municipios del Valle de Sébaco, agricultores y organizaciones interesadas en la protección de los recursos hídricos de la zona.
- 6.2 Desarrollar programas de monitoreo de la calidad del agua del acuífero que permitan caracterizar las variaciones estacionales e interanuales de ésta.
- 6.3 Reubicar las letrinas en un radio de 7 a 55 m de las fuentes de captación.
- 6.4 Desarrollar investigaciones sobre las sustancias de importancia ecotoxicológica que han sido encontradas en este estudio (Plaguicidas organofosforados, plaguicidas carbamatos, plaguicidas organoclorados y arsénico) que permitan evaluar el peligro para la vida en el Valle de Sébaco.
- 6.5 Efectuar un estudio sobre las diferentes fuentes de arsénico (naturales y antropogénicas) tomando en cuenta las contribuciones por precipitaciones pluviales, aguas superficiales, escorrentías, agua subterránea, suelo y sedimento para determinar cual de ellas es la de mayor contribución y prevenir el peligro.
- 6.6 Implementar la protección del acuífero sobre todo en las zonas de recarga, desarrollando algunas actividades tales como: Reforestación, cambio del uso de la tierra, reducir la intensidad del pastoreo animal, control de las aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas que representan alto peligro de contaminación al acuífero (etil-paration, lindano, alfa y beta endosulfano, dieldrín, heptacloro, endrín, fention y DDT).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfred, S. Y., Chau, B.K., Afghan, 1986. Analysis of Pesticides in Water Vol. I, Segunda Edición Págs. 28-32

Amunic-Inifom. (Asociación de municipios de Nicaragua e Instituto Nicaragüense de Industria y Fomento). 1996. Sébaco, departamento de Matagalpa. Ejecutado en el proceso electoral de 1996 denominado "Transición de gobiernos locales.

Ayers, R.S & D.W. Wescot 1987. La calidad del agua en la agricultura, Roma FAO

Beck Inge María 1996. Registro, importación, uso y riesgos de plaguicidas en Nicaragua (1985-1995) Proyecto de ampliación del servicio de protección vegetal.

Briemberg, Joshua D. 1994. An Investigation or Pesticide Contamination of Groundwater Sources for Urban Water Distribution Systems in the Pacific Region of Nicaragua.

C.Turgut 2002. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in kucuk Menderes river in turkey, 2000-20002. Environment international. www. Science direct.com Turgut @ uni – hoihenheim de (C. Turget).

Canadian Council Of Ministers Of The Environmental Canada, 1992. Recreational Water Quality Guidelines an Aesthetics. In Canadian Environmental Quality Guidelines, 1998.

CAPRE, 1994. (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana). Normas de Calidad de Agua Para Consumo Humano. Primera edición. San José Costa Rica. 23 Págs. Carney Michael, 1985. European Drinking Water Standards Journal AWWW.

Castillo. et al, 1995. Manual de Plaguicidas: Guía para América central. Primera edición, editorial de la Universidad Nacional Campus "Omar Dengo". Heredia Costa Rica. Págs. X, XIX y XX.

Citizen A, 1988. Action Guide to the International Code of Conduct on the Distribution and use of Pesticides. Segunda edición Goldenman, G. & Rengan, S. A. Pag. 4

Custodio, E. & Llamas,R., 2001, Hidrología subterránea. Segunda Edición, Tomo I y II Cap. 4. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España Págs. 200-213

Czys, W. et. al., 1991. Manual de disposición de aguas residuales: Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales. Tomo I Págs. 107-122. Centro Panamericano de Ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente (CEPIS)/ Organización Panamericana de la salud (OPS) / Organización mundial de la salud. Lima Perú.

Chau Alfred S. Y. Afgani B.K. Análisis of pesticides in water 1986, volumen I segunda edición Págs. 28,29, 31.

De Faz Alberto y Fernández de Cossío. Principios de protección de plantas, 1980. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. Editorial Científico Técnica. Págs. 154 -155.

EPA. 1985. Office of Pesticides and Toxic Substances. Suspensión, Cancellation and Restriction list, Veterinary and Human Toxicology, 27 (5),

EPA. 1994. Water Quality Criteria Summary Concentration. U.S. Environmental Protection agency. Office of Science and Technology.

Fetter, C. W., 1994. Applied Hidrogeology. Third Edition. Prentice may, Inc. págs.501-504.

Fondo Canadá – Nicaragua para el manejo del medio ambiente, 1997. Manejo de plagas y de plaguicidas. Proyecto impulso y fortalecimiento del plan de acción ambiental de Granada. Primera edición, módulo I Págs. 250

Foster, S., Hirata, R., 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima Perú. Manual de apuntes de un curso (SP-1129) Manejo y Desarrollo de Acuíferos de la Maestría de Geología con énfasis en Manejo de Recursos Hídricos e Hidrogeología. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica 1998.

Foster, S.,et al 1992. Estrategias para la protección de aguas subterráneas, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima Perú. Manual de apuntes de un curso (SP-1129) Manejo y Desarrollo de Acuíferos de la Maestría de Geología con énfasis en Manejo de Recursos Hídricos e Hidrogeología. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica 1998.

Fred. Redmore, 1981. Fundamentos de Química. Primera edición Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Estado de México. Cap. 17, Págs. 394-395.

GKW Consult, 1996 a. Proyecto de mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de las ciudades de Matagalpa, Jinotega y

Corinto. Informe especial N°1. Agua Potable-Alcantarillado-Saneamiento. Ingenieros Consultores, República Federal Alemana.

GKW Consult, 1996 b. Estudios hidrológicos, evaluación de arrastres de sedimentos y estudios geológicos preliminares en los Ríos Molino Norte, San Francisco, Waslala, Jigüina y Jassica. Informe especial N°1. Ingenieros Consultores, República Federal Alemana.

GKW Consult, 1997. Estudios hidrogeológicos adicionales para Matagalpa y Jinotega (Investigaciones de reparaciones sísmicas en los Valles de Sébaco y Apanás). Ingenieros Consultores, República Federal Alemana.

GKW Consult, 1998 a. Material para el revestimiento de los pozos de explotación en los Valles de Sébaco y Apanás. Ingenieros Consultores, República Federal Alemana.

GKW Consult, 1998 b. Estudios hidrogeológicos y recomendaciones para los campos de pozos en Sébaco y Apanás. Informe especial N° 9. Ingenieros Consultores, República Federal Alemana.

GWP (Asociación mundial para el agua), 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. Estocolmo Suecia.

GKW Consult, 2002. Proyecto de mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de las ciudades de Matagalpa, Jinotega y Corinto. Informe especial N° 16. Síntesis de pozos expotables para agua potable de Matagalpa. Tomo I. Ingenieros Consultores, República Federal Alemana

Guzmán, R. & Jova, G. 1982, Hidrogeología. Editorial Pueblo y educación, La Habana Cuba. Págs 17-18.

Health and Welfare Canada, 1992. Guidelines For Canadian Recreational Water Quality. Cat. N° H 49-70/ 1991 E. Minister Of Supply And Services Canada, Ottawa.

H. Samuel, Corey O. German 1986. Plaguicidas organofosforados y carbámicos. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. serie vigilancia 2 Metepec, México. Págs. 27-38.

Hoffman, D. J., et al 1995. Handbook of Ecotoxicology cap.22. Pags. 521-528.

Inifom-AMUNIC. (Instituto nicaragüense de Fomento Municipal - Asociación de Municipios de Nicaragua), 1996. Págs.7.

IRENA (Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente), 1992. Plan de Manejo para la rehabilitación ambiental de las cuencas productoras de agua para la ciudad de Matagalpa. (San Francisco, Molino Norte y Jigüina). Págs. 10

Kruseman, G. P. & Ridder N. A. 1994. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. Second edition. International Institute for Land Reclamation and Improvement. P. O. Box 456700AA .Wageningen, The Netherlands.

L. Richard . Wrance, Robert K. Hubbard, and Randall G. Williams Wor. Effects of a managed three zone riparian buffer system on Shallow Ground water quality in the somtheastern coastal plain 2002. Journal of soil and water conservation, 2000 and Quarter.

Lewis, W. J., Foster, S.S.D., & Drasar, B. S. 1988. El riesgo de contaminación de aguas subterráneas por sistemas de saneamiento básico. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Lima Perú. Pags.45.

Loewy, R. M., 2000. Plaguicidas en agua subterránea del Alto Valle de Río Negro y Neuquen . Tesis de Maestría en Ciencias Químicas, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Comahue. Pags. 20-40.

M. A. Martin, M.A. Malex, M.R. Amin, S. Rahman, J. Khatoon, M. Rahman, M.A. Aminudidin, A.J. Mian 1997. Organoachlorine insecticide residues in surface and underground water from different regions of Bangladesh Agriculture Ecosystem and environment 1998. mec @ dhaka. agni. com Department of chemistry, Dhaka university; Dhaka, Bangladesh

M.G. Rovedatti. P.M. castane, M.L. Topalian and A. salibian 2001. Monitoring of organochlorine and organophosphorus pesticides in the water of the reconquista river. Applied Ecophysicology program, department of basic sciences, national university of lujan.

Medina, J. et al, 1977. Estudio hidrológico del Valle de Sébaco. Primera edición. Banco Central de Nicaragua. Tahal Consulting. Págs. 19-25.

Montgomery J, 1993. Agrochemical desk reference. Enviromental Data. Ann Arbor, MI USA, Lewis Publishers. Pags. 625

Moore, J.M. & Ramamoorthy S, 1984. Heavy metals in natural waters. Applied monitoring and impact assessment. New York, Berling, Tokyo.

Mohamed Tawfic Ahmed, Saad M. M. ismail, and S.S. Mabrouk 1998. Residues of some chlorinated hidrocarbon pesticides in rain water, soil and Ground Water, an their influence on some soil, microorganisms. Environment international. Plan protection department, water and soil department faculty of Agriculture, suez canal university; Ismailia 41522, Egypt

Normas del Water Quality Standards de 1991 de los Estados Unidos de Norte América.

Plan de Acción de los Recursos Hídricos de Nicaragua, 1998. Área focal cuenca del Río Viejo, Valle de Sébaco. Informe final. Gobierno de Dinamarca – Ministerio de Relaciones Exteriores (DANIDA)

Plan de Manejo para la rehabilitación ambiental de las cuencas productoras de agua para la ciudad de Matagalpa, 1992. San Francisco, Molino Norte y Jigüina.

Plata A, 1988, Hidrología Isotópica del Acuífero aluvial del Valle de Sébaco. Organismo internacional de energía atómica. Wagramerstrasse 5, C.P. 100, 1400 Viena, Austria. Págs. 7-20.

Proyecto de Desarrollo Agroindustrial Valle de Sébaco, 1978. Estudio de factibilidad. Volumen 1. Informe principal. Dirección de planificación nacional. República de Nicaragua. Tahal Consulting Engineers Ltd.

Rodier, J. 1981. Análisis de las Aguas Naturales, Aguas Residuales y aguas de mar. Química, Físico-Química, Bacteriología y Biología. Ediciones Omega S. A. Barcelona.

Rodríguez, C. Arturo. 1997. Comportamiento de agroquímicos en un acuífero somero bajo una plantación bananera en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis de maestría en manejo de Recursos Hídricos Con énfasis en hidrogeología. Universidad de Costa Rica “Rodrigo Facio. Págs.12-25.

Spyros K. Golfinopoulos; Anastasia D. Nikolaou, María N. Kostopoulou, Nikos K. Xilourgidis, María C. Vagi, Dimitris T. Lekkas 2002. Organochlorine pesticides in the surface water of northern Greece. Chemosphere www.Elsevier.Com.locate/chemosphere

SUWAR-MARENA, 2000. Estimación del peligro potencial de contaminación del acuífero de Managua. Proyecto uso sostenible de los recursos hídricos Págs. 51-57.

Tomlin, CDS ed, 1997. The pesticide Manual. 11Th ed. Farnham, Surrey , UK. British Crop Protection Corencil.

T. A. Albanis, D. G. Hela, T.M. Sakellarides, I. K. Konstantinou. Monitoring of pesticide residues and their metabolites in surface and underground water of Imathia (N. Greece) by means of solid thase extration disks and gas chromatography.

United Nations Environment programme chemicals, 2002. Regionally Based Assessment of persistent toxic substances.

V. Witter , D.E. Robinson, A. Mansinger and K. M. Dalip, 1997. Insecticide contamination of Jamaican environment V. island-wide rapid survey of residues in surface and Ground Water. Center for nuclear Science and pesticide and pest research group, P. O. Box 12. University of west, Indies, Mona, Kingston 7, Jamaica. Imansing @ V. Winova. eu. Jm

Verschuieren, K 1983. Handbook of environmental data on organic chemical 2nd edition pag. 231-232. Van Nostrand Reinhold. New York.

Vlasta Drevenkar, Sanja Flinger, Zlatko Fröbe, Zelimira Vasilic. Persistent Organochlorine compounds in water and soil enviroment 1996. Environmental management and health.

Walker C.H., Hopkin S.P., Sibly R.M. y Peakall, D. B. 1996. Principles of Ecotoxicology. The fate of metals and radio active isotopes en contaminated ecosystem. Part One Chapter 3, 34-35, 46-58. Manual de apuntes de clases del curso "Fundamentos de Ecotoxicología". Biblioteca del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN), 2001).

Wetzel R, 1981. Limnología. Ediciones Omega. S. A. Barcelona.

Wezel F, 1985. Las condiciones geológicas del Valle de Sébaco.

Worthing Charles R. et. al., 1987 a. The pesticide manual: a world compendium. eighth edition. Págs. 777. The British Crop protection Council. Lavenham,Suffolk.

Worthing Charles R. et. al., 1991 b. The pesticide manual: a world compendium. ninth edition. Págs. 868. The British Crop protection Council. Lavenham,Suffolk.

Z.L. Zhang, H.S. Hong, J. L. Zhou, J. Hung, G.Yu. fate and assesment of persistent organic pollutants in water and sediment from minjiang river estuary southeatt (China 2003). Chemosphere. www. Elsevier.com

ANEXO I

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE PERIODOS ANTERIORES Y ACTUALES

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA SÉBACO

COMP CORSIÓN HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS - DATOS DE ENTREGA PARA SEDRO																						
CODIGO	Localización -Propietario	COORDENADAS		FECHA	PARAMETROS FISICO QUIMICOS							ANIONES [mg/lt]								BORO	CARACTER	
		E	N	ANALISIS	T	COND	pH	SDT	[meq%]				[meq%]								(mg/lt)	HIDROQUIMICO
					[°C]	µS/cm]		[mg/lt]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F			
PP-24	Beneficio Santiago	59850	142264	Dic.6-1983		500	7.30	305	2.00	46.00	12.00	66.00	0.0	0.0	200	28.0	61.0	4.93	0.00	0.18		
	Francisco Lanzas								0.81	31.54	15.63	52.02	0.0	0.0	60.5	14.6	23.4	1.47	0.00		HCO3-Ca	
PP-23	Rancho Guadalupe	59090	142565	Mayo.11-1988	27.6	694	8.20	414	2.35	64.40	16.52	52.80	0.0	16	244	42.0	21.1	4.60	0.00	0.38		
	(Sébaco) Danilo Alvarado								0.88	40.80	19.87	38.45	0.0	8.5	64.2	19.0	7.05	1.19	0.00		HCO3-Na	
PP-13	La Trinidad	58295	143400	Agost.8-1968	27	500	8.20	204	6.00	33.00	13.00	40.00	0.0	11	205	38.0	4.00	2.00	0.00	0.00		
	INAA								3.29	30.79	23.03	42.89	0.0	7.5	68.4	21.8	1.69	0.66	0.00		HCO3-Ca	
PP-12	La Trinidad	58320	143210	Julio.4-1968	27	510	8.20	178	6.00	7.00	16.00	59.00	0.0	11	198	31.0	20.0	3.00	0.00	0.00		
	Hospital Dávila Bolaños								3.25	6.44	27.94	62.37	0.0	7.4	65.6	17.7	8.40	#iDIV/O!	0.00		HCO3-Ca	
PP-12	La Trinidad	58320	143210	Enero.12-1986		570	7.95	0	3.66	40.90	10.00	73.95	0.0	0.0	314	8.73	31.5	6.34	0.00	0.00		
	Hospital Dávila Bolaños								1.46	27.82	12.91	57.81	0.0	0.0	83.7	4.00	#iDIV/O	1.66	0.00		HCO3-Ca	
PP-11	San Isidro	58760	142850	Agost.8-1968	27	200	7.40	88	5.00	8.00	8.00	16.00	0.0	0.0	71.0	24.0	3.00	7.00	1.00	0.00		
	INAA								6.61	17.97	34.12	41.31	0.0	0.0	57.7	33.6	3.09	5.59	0.00		HCO3-Ca	
PP-10	San Isidro	58755	42860	Marzo.12-1986		219	7.36	0	5.71	12.65	5.00	24.22	0.0	0.0	96.5	9.2	5.73	11.26	0.00	0.00		
	INAA								6.30	23.71	17.80	52.19	0.0	0.0	73.8	12.1	5.56	8.46	0.00		HCO3-Ca	
PP-10	San Isidro	58755	42860	Julio.4-1968	27	320	7.5	126	5.00	29.00	6.00	24.00	0.0	0.0	114	34.0	4.00	13.00	0.00	0.00		
	INAA								4.15	40.89	16.06	38.90	0.0	0.0	59.9	30.7	2.67	6.71	0.00		HCO3-Na	
PP-3	Sébaco	59645	142160	Feb.13-1986		450	7.79	0	3.12	21.52	14.10	54.80	0.0	0.0	218	22.4	11.4	22.46	0.00	0.00		
	INAA								1.62	19.02	23.67	55.68	0.0	0.0	74.4	13.13	4.93	7.53	0.00		HCO3-Ca	
PP-3	Sébaco	59645	142160	Julio.3-1968	26	390	7.80	138	7.00	16.00	14.00	34.00	0.0	0.0	165	34.0	1.00	8.00	0.00	0.00		
	INAA								4.80	18.65	30.99	45.56	0.0	0.0	70.9	25.1	0.55	3.38	0.00		HCO3-Ca	
PP-3	Sébaco	59645	142160	Nov.3-1983		640	7.80	427	1.00	35.00	18.00	102.00	0.0	0.0	320	21.0	32.0	4.93	0.00	0.20		
	INAA								0.31	18.72	18.28	62.69	0.0	0.0	79.7	9.0	10.1	1.21	0.00		HCO3-Ca	
PP-1	Sébaco	59730	142110	Agost.8-1968	26	330	8.20	134	4.00	34.00	7.00	22.00	0.0	11.0	127	34.0	1.00	6.00	0.19	0.00		
	INAA								3.14	45.37	17.74	33.75	0.0	10.4	59.1	27.2	0.59	2.74	0.00		HCO3-Na	
PP-12	Sabana Verde	593130	141530	Junio.8-1984	26	550	8.10	318	1.00	28.00	14.00	67.00	0.1	64.0	176	18.0	24.0	1.50	1.00	0.18		
	(Ciudad Darío) INAA								0.45	21.17	20.10	58.24	0.1	35.2	47.7	8.4	8.25	0.40	0.00		HCO3-Ca	
PP-12	Sabana Verde	593130	141530	Abril.3-1984	27	520	8.30	340	0.00	0.00	17.57	52.90	0.4	0.0	200	15.0	15.8	9.50	0.40	0.00		
	(Ciudad Darío) INAA								0.00	0.00	35.31	64.35	0.5	0.0	78.4	10.11	7.85	3.66	0.00		HCO3-Ca	
PP-12	Sabana Verde	593130	141530	Mayo.15-1985		494	7.25	444	4.64	40.50	18.98	54.45	0.0	0.0	0.0	24.8	35.3	13.00	0.00	0.00		
	(Ciudad Darío) INAA								1.92	28.55	25.41	44.12	0.0	0.0	0.0	42.5	44.7	12.73	0.00		SO4-Ca	
PP-14	Hacienda La Virgen	58708	141325	Mayo.15-1985		326	7.55	500	4.75	49.00	4.75	24.75	0.1	0.0	0.0	14.1	7.95	2.92	0.00	0.00		
	Hector y Enrique Valery								3.13		10.10	31.85	0.1	0.0	0.0	65.2	27.1	7.71	0.00		Cl-Ca	
PP-15	Ciudad Darío	59555	140700	Junio.8-1984	27	715	7.30	406	2.00	37.00	18.00	35.00	0.0	0.0	292	30.0	30.0	3.30	0.89	0.12		
	Padres Franciscanos								1.05	32.86	30.36	35.73	0.0	0.0	75.9	13.4	9.89	0.84	0.00		HCO3-Ca	
PP-15	Ciudad Darío	59555	140700	Abril.3-1984	26.9	620	8.00	400	0.00	0.00	27.39	51.29	0.0	0.0	148	18.5	17.50	17.50	0.30	1.00		
	Padres Franciscanos								0.00	0.00	46.87	53.13	0.0	0.0	67.5	14.5	10.13	7.84	0.00		HCO3-Ca	
PP-22	Santa Isabel	59165	31747	Abril.12-1986		517	7.78	0	3.78	34.24	12.02	63.94	0.0	0.0	241	16.6	49.94	2.88	0.00	0.00		
	Vicente Porcar								1.68	25.79	17.19	55.35	0.0	0.0	71.8	8.49	18.85	0.84	0.00	0.00	HCO3-Ca	

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL-HOJA DE SEBACC

CODIGO	Localización -Propietario	COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICOQUIMICOS			CATIONES [mg/l]			ANIONES [mg/l]								BORO CARACTER	
		E	N		T COND	pH	SDT	K	Na	Mg2	[meq%]				[meq%]				(mg/l)	HIDROQUIM
					[°C]	μS/cm	[mg/l]				Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F		
PE-11	Ciudad Darío	59495	141505	Julio.12-1968	27	650	7.60	507	1.0	55.0	23.0	70.0	0.29	0.00	276	48.0	35.0	4.30	1.30	0.08
	Petronila Espinoza								0.3	30.6	24.3	44.7	0.20	0.00	67.8	20.3	10.9	1.04	0.00	HCO3-Ca
PE-11	Ciudad Darío	59495	141505	Abril.3-1984	27	800	8.00	520	0.0	0.0	22.4	44.9	0.27	0.00	284	40.5	20.8	19.5	0.30	0.60
	Petronila Espinoza								0.0	0.0	45.1	54.7	0.35	0.00	71.1	17.4	6.61	4.80	0.00	HCO3-Ca
PE-11	Ciudad Darío	59495	141505	Junio.8-1984	27	650	7.60	507	1.0	55.0	23.0	70.0	0.29	0.00	276	48.0	35.0	4.30	1.30	0.08
	Petronila Espinoza								0.3	30.6	24.3	44.7	0.20	0.00	67.8	20.3	10.9	1.04	0.00	HCO3-Ca
PE-12	Ciudad Darío	59495	141410	Agost.26-1969	28	1200	8.20	860	10	151.0	18.0	76.0	0.00	24.0	421	87.0	72.0	29.7	6.00	0.15
	Eulalio Tórrez								2.1	54.2	12.3	31.4	0.00	6.59	56.9	20.2	12.3		0.00	HCO3-Na
PE-13	Ciudad Darío	59490	141125	Julio.12-1968	27	1000	7.90	814	15	32.0	19.0	54.0	0.00	0.00	140	117	11.0	20.0	0.00	0.00
	María Isidra Rodríguez								6.4	23.0	26.0	44.7	0.00	0.00	37.4	53.7	5.24	0.00		HCO3-Ca
PE-16	Ciudad Darío	59890	140045	Julio.12-1968	28	9600	8.00	6674	7.0	1052	121	204	0.00	6.00	262	1235	1464	50.0	0.60	0.20
	Escuela Juan XXIII								0.3	69.2	15.1	15.4	0.00	0.28	6.1	49.3	43.1	1.14	0.00	CINa
PE-17	Ciudad Darío	59155	140850	Junio.26-1984	26	570	8.00	424	2.0	37.0	14.0	61.0	0.00	64.0	200	18.0	11.0	0.00	0.00	0.11
	José María Molinares								0.9	27.4	19.7	52.0	0.00	34.7	53.4	8.26	3.72	0.00	0.00	HCO3-Ca
PE-17	Ciudad Darío	59155	140850	Abril.15-1986		463	7.8		8.0	29.7	11.6	54.6	0.00	0.00	273	13.9	4.97	1.00	0.00	0.00
	José María Molinares								4.0	24.9	18.4	52.7	0.00	0.00	89.8	7.85	2.07	0.32	0.00	HCO3-Ca
PE-22	Ciudad Darío	59250	140615	Junio.27-1984	26	330	7.6	283	1.0	37.0	7.3	32.0	0.00	38.0	143	8.00	10.0	0.00	0.00	0.11
	Lorenzo Treminio								0.7	41.9	15.7	41.7	0.00	31.3	58.0	5.58	5.14	0.00	0.00	HCO3-Na-Ca
PE-24	Ciudad Darío	58320	141505	Nov.24-1983	27	1100	7.10	700	0.0	10.0	67.3	92.9	0.83	0.00	304	115	95.4	0.00	0.00	0.28
	Luis Bonilla								0.0	4.08	52.1	43.5	0.42	0.00	48.8	31.8	19.4	0.00	0.00	HCO3-Mg-Ca
PE-24	Ciudad Darío	58320	141505	Mayo.10-1988		920	8.40	769	2.4	46.0	34.0	88.0	0.00	80.0	240	62.0	44.2	6.64	1.15	0.05
	Luis Bonilla								0.6	21.6	30.3	47.5	0.00	28.4	42.0	18.7	9.80	1.14	0.00	HCO3-Ca
PE-28	Ciudad Darío	59260	141312	Abril.3-1984	23	780	8.30	500	0.0	0.00	43.9	3206	1.45	0.00	232	61.5	17.5	95.0	0.60	0.000
	Eulalio Torrez								0.0	0.00	2.21	97.8	0.05	0.00	51.2	23.3	4.90	20.6	0.00	HCO3-Ca
PE-30	Ciudad Darío	59252	141464	Junio.8-1984	26	750	7.60	414	2.0	37.0	16.0	96.0	0.00	16.0	284	32.0	33.0	4.90	1.70	0.160
	Juan Moran								0.7	20.7	17.0	61.7	0.00	7.77	67.9	13.2	10.0	1.15	0.00	HCO3-Ca
PE-30	Ciudad Darío	59252	141464	Abril.3-1984	25	700	8.50	455	0.0	24.5	54.3	20.8	0.35	0.00	76.5	10.6	7.24	5.27	0.46	0.60
	Juan Moran								0.0	16.1	67.9	15.8	0.28	0.00	70.2	16.6	8.43	4.75	0.00	HCO3-Mg
PE-35	Ciudad Darío	59046	141551	Nov.25-1983	27	420	7.5	270	0.0	30.0	31.2	28.9	0.15	0.00	192	16.0	17.5	3.20	0.00	0.24
	Coop. Omar Torrijo								0.0	24.5	48.4	27.1	0.15	0.00	78.4	11.2	9.06	1.28	0.00	HCO3-Mg
PE-38	Ciudad Darío	58764	141684	Nov.23-1983	28	860	7.4	540	0.0	40.0	24.4	67.3	0.45	0.00	300	48.5	21.3	49.0	0.10	0.25
	Virgilio Valdivia								0.0		28.2	47.2	0.34	0.00	65.4	18.2	5.89	10.5	0.00	HCO3-Ca
PE-38	Ciudad Darío	58764	141684	Julio.10-1988		475	8.01		1.4	28.2	11.0	60.9	0.00	0.00	270	13.4	14.8	3.22	0.00	0.00 HCO3-Ca
	Virgilio Valdivia								0.7	23.5	17.4	58.4	0.00	0.00	85.8	7.31	5.94	1.00	0.00	
PE-39	Ciudad Darío	58697	141531	Nov.23-1983	25	500	7.30	320	0.0	10.0	13.7	52.9	0.10	0.00	140	16.5	21.0	3.80	0.30	0.30 HCO3-Ca
	Samuel Amador								0.0	10.3	26.8	62.7	0.13		70.4	14.3	13.4	1.88	0.00	
PE-47	Ciudad Darío	58702	141763	Nov.23-1983	27	420	7.40	270	0.0	8.00	24.4	52.0	0.30	0.00	232	10.0	17.5	0.00	0.00	0.15 HCO3-Ca
	Samuel Amador								0.0	7.00	40.5	52.3	0.32	0.00	85.5	6.34	8.18	0.00	0.00	

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA DE SÉBACO

CODIGO	Localización -Propietari	COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICACIONES [mg/l]										ANIONES [mg/l]					BORO CARACTER	
		E	N		T	COND	pH	SDT	[meq%]			[meq%]			F						
									K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3		HCO3	Cl	SO4	NO3		
					[°C]	µS/cm]		[mg/l												(mg/l)	HIDROQUIM
PE-23	San Pablo(Sébaco)	58832	142584	Mayo.9-1984	27	420	8.40	270	0.00	0.00	18.5	48.1	0.00	0.00	180	11.5	13.3	3.70	0.2	0.00	
	Pablo Valdivia								0.00	0.00	38.9	61.1	0.00	0.00	81.7	8.98	7.66	1.65	0.0		HCO3-Ca
PE-23	San Pablo(Sébaco)	58832	142584	Nov.16-1983	27	780	7.20	500	0.00	74.0	16.7	44.8	0.65	0.00	332	22.0	35.4	9.10	0.0	0.30	
	Pablo Valdivia								0.00	46.9	20.1	32.6	0.51	0.00	78.4	8.93	10.6	2.11	0.0		HCO3-Na
PE-22	San Isidro	58686	142966	Dic.22-1983		220	7.10	140	0.00	10.0	21.5	16.0	0.00	0.00	92.0	6.00	23.5	8.30	0.2	0.60	
	Antonio González								0.00	14.4	59.0	26.6	0.00	0.00	65.6	7.36	21.2	5.81	0.0		HCO3-Mg
PE-21	La Esperanza	58365	143240		26	1500	7.90	886	5.00	190	53.4	36.0	0.00	0.00	595	41.0	159	24.0	0.6	0.10	
	Rosa de Arauz								0.88	56.6	30.2	12.3	0.00	0.00	66.8	7.91	22.6		0.0		HCO3-Na
PE-20	Las Cañas(Sébaco)	58495	143020	Sep.10-1969	28	380	7.80	274	7.50	15.0	2.40	56.0	0.00	0.00	201	14.0	2.00	8.20	0.5	0.00	
	Prudencio Mendoza								5.00	17.0	5.16	72.9	0.00	0.00	85.3	10.2	10.2	3.42	0.0		HCO3-Ca
PE-19	Las Mangas	58492	141887	Mayo.14-1968	29	150	8.00	108	6.20	7.00	2.40	10.0	0.00	0.00	36.6	16.6	4.00	1.80	0.0	0.40	
	Abraham Martínez								13.7	26.2	17.1	43.0	0.00	0.00	50.8	39.7	7.05	2.45	0.0		HCO3-Ca
PE-18	El Jocote(Sébaco)	58614	142206	Sep.9-1969	28	780	8.20	578	3.40	76.0	20.0	54.0	0.00	6.00	409	24.0	7.00	3.00	0.8	0.20	
	Santos Martínez								1.12	42.7	21.3	34.9	0.00	2.57	86.2	8.70	1.87	0.62	0.0		HCO3-Na
PE-17	Punta de Plancha	58666	142840	Mayo.14-1968	28	1200	7.8	698	6.60	95.0	31.2	84.0	0.00	0.00	453	106	16.0	24.0	0.4	0.00	
	Salvador Martínez								1.53	37.3	23.3	37.9	0.00	0.00	66.7	26.8	2.99	3.47	0.0		HCO3-Ca-Na
PE-15	El Junquillal(Sébaco)	59125	142840	Mayo.14-1968	28	500	8	302	14.40	10.0	4.80	42.0	0.00	0.00	122	32.0	6.00	18.0	0.4	0.00	
	Juan Aráuz								11.17	13.2	12.0	63.6	0.00	0.00	60.3	27.2	3.76	8.73	0.0		HCO3-Ca
PE-14	La Palmera(Sébaco)	58850	142810	Sep.9-1969	29	420	8.30	308	9.50	26.0	14.0	34.0	0.00	12.0	189	17.0	12.0	4.90	0.4	0.10	
	Ventura García								5.75	26.7	27.3	40.2	0.00	9.28	72.0	11.1	5.80	1.83	0.0		HCO3-Ca
PE-13	San Martín (Sébaco)	59090	142556	Mayo.14-1968	31	700	8.10	454	5.40	98.0	14.4	38.0	0.00	10.8	296	72.4	6.00	18.0	1.0	0.00	
	Pablo Valdivia								1.85	56.9	15.9	25.4	0.00	4.69	63.3	26.6	1.63	3.78	0.0		HCO3-Na
PE-12	Paso Real (Sébaco)	59051	141973	Enero.14-1970		490	8.20	348	4.60	66.0	7.00	20.0	0.00	9.00	226	17.0	1.00	6.00	0.1	0.00	
	Jerónimo González								2.58	62.9	12.7	21.9	0.00	6.51	80.5	10.4	0.45	2.10	0.0		HCO3-Na
PE-11	Qnta. Virginia	59498	142582	Mayo.14-1968	29	550	7.90	370	4.30	45.0	18.0	38.0	0.00	0.00	193	44.7	16.0	44.6	0.2	0.00	
	Lisandro Laug								2.02	35.9	27.3	34.8	0.00	0.00	57.8	23.0	6.08	13.1	0.0		HCO3-Ca
PE-10	El Naranjo(Sébaco)	59430	142320	Sep.9-1969	28	350	8.20	252	4.70	15.0	8.00	40.0	0.00	6.00	159	22.0	0.00	3.00	0.5	0.10	
	Gregorio Dávila								3.50	19.0	19.2	58.2	0.00	5.75	75.0	17.8	0.00	1.39	0.0		HCO3-Ca
PE-9	Sébaco	59840	142120	Mayo.14-1968	27	500	7.9	248	4.30	14.0	19.2	46.0	0.00	0.00	203	27.3	6.00	15.0	0.6	0.00	
	Justo Montenegro								2.39	13.2	34.4	49.9	0.00	0.00	74.6	17.2	2.79	5.41	0.0		HCO3-Ca
PE-8	El Diamante	58270	143625	Sep.10-1969	28	480	8.2	342	4.20	19.0	20.0	44.0	0.00	9.00	232	17.0	5.00	9.90	0.3	0.30	
	Julio Mairena								2.25		34.5	46.0	0.00	6.18	78.5	9.89	2.15	3.29	0.0		HCO3-Ca
PE-7	El Quebrachal	60070	143580	Sep.9-1969	28	730	8.20	520	3.90	31.0	31.0	64.0	0.00	15.0	299	35.0	38.0	45.0	4.0	0.00	
	Nazario Duarte								1.38	18.7	35.5	44.4	0.00	6.32	62.0	12.5	10.0	9.17	0.0		HCO3-Ca
PE-6	El Pilar(Sébaco)	58984	142645	Dic.21-1983	25	800	7.70	510	0.00	25.0	33.2	49.7	0.25	0.00	348	52.5	75.0	11.9	1.1	0.20	
	Pablo Valdivia								0.00	17.2	43.4	39.3	0.21	0.00	63.8	16.6	17.5	2.14	0.0		HCO3-Mg
PE-5	Quebrada Honda(Sébaco)	60680	142770	Agost.8-1968	24	1000	8.40	444	3.00	95.0	23.0	74.0	0.00	10.0	344	86.0	65.0	16.0	0.2	0.00	
	Ezequiel Aráuz								0.78	42.1	19.4	37.7	0.00	3.33	56.4	24.2	13.5	2.57	0.0		HCO3-Na

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA DI

CODIGO	Calificación -Propietario	COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICOS				CATIONES [mg/lt]					ANIONES [mg/lt]					BORO CARACTER		
		E	N		T COND.	pH	SDT	[meq%]					[meq%]					(mg/lt)	HIDROQUIM		
								[°C]	µS/cm	[mg/lt]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3			Cl	SO4
PE-49	Ciudad Darío	59380	141759	Abril.6-1984	24	580	8.10	380	0.00	0.00	32.2	52.9	0.33	0.00	212	25.5	13.8	5.30	1.00	0.30	HCO3-Mg
	Hnos. Martínez								0.00	0.00	50.0	49.7	0.33	0.00	76.1	15.7	6.28	1.87	0.00		
PE-51	Ciudad Darío	58545	141862	Nov.23-1983	25	340	7.20	220	0.00	28.0	18.5	38.5	0.00	0.00	172	11.5	28.0	7.30	0.40	0.30	HCO3-Ca
	Samuel Amador								0.00	26.1	32.7	41.2	0.00	0.00	73.4	8.4	15.1	3.06	0.00		
PE-52	Ciudad Darío	60720	140850	Mayo.8-1988	28				1.17	31.3	23.3	89.6	0.00	40.0	228	56.0	29.8	12.6	0.00	0.00	HCO3-Ca
	Paulo Centeno								0.38	17.4	24.7	57.5	0.00	17.8	50.0	21.1	8.28	2.71	0.00		
PE-53	Ciudad Darío	60485	141175	Mayo.8-1988	28	480	8.50	356	1.17	18.4	20.4	46.4	0.00	40.0	140	26.0	14.4	12.4	0.00	0.10	HCO3-Ca
	Justiniano Pérez								0.62	16.6	34.9	48.0	0.00	27.4	47.2	15.1	6.16		0.00		
PE-54	Ciudad Darío	60055	140725	Mayo.8-1988	34	668	8.20	544	1.17	23.9	25.3	70.4	0.04	32.0	236	26.0	17.3	12.4	0.00	0.22	HCO3-Ca
	Tomas Alarcón								0.45	15.6	31.3	52.7	0.03	17.1	62.1	11.8	#jDIV	3.21	0.00		
PE-55	Ciudad Darío	58990	141010	Mayo.9-1988	28	450	8.20	546	1.17	68.1	3.89	24.0	0.16	40.0	108	40.0	16.3	3.10	0.00	0.38	HCO3-Na
	Celestino Ruíz								0.66	65.5	7.11	26.6	0.19	28.8	38.3	24.4	7.35	1.08	0.00		
PE-56	Ciudad Darío	59905	141020	Mayo.9-1988	26	740	8.50	539	1.17	82.8	8.75	60.8	0.04	104	216	22.0	14.4	7.97	0.00	0.00	HCO3-Na
	Julio Robelo								0.40	48.7	9.77	41.1	0.03	43.0	44.0	7.7	3.72	1.59	0.00		
PE-57	Ciudad Darío	58315	141720	Mayo.10-1988	27	999	8	840	1.17	162	17.5	28.8	0.00	0.00	400	32.0	51.8	0.26	0.00	0.05	HCO3-Na
	Saba María Martínez								0.30	17.5		14.5	0.00	0.00	76.8	10.6	12.6	0.05	0.00		
PE-58	Ciudad Darío	59505	141685	Mayo.9-1988	28	605	8.4	416	1.17	20.2	26.2	59.2	0.00	72.0	156	32.0	22.1	7.61	0.00	0.03	HCO3-Ca
	La Escuela									14.6	35.9	49.0	0.00	37.2	39.7	14.0	7.13	1.90	0.00		
PE-59	Ciudad Darío	60080	141440	Mayo.9-1988	28	490	8.30	309	1.17	23.9	10.7	59.2	0.10	72.0	128	26.0	4.80	6.90	0.00	0.05	CO3-Ca
	Público								0.61	21.2	18.0	60.2	0.11	44.1	38.6	13.5	1.83	2.04	0.00		
PE-60	Ciudad Darío	58270	140920	Mayo.10-1988	27	592	7.90	386	1.17	25.8	36.0	35.2	0.00	0.00	232	26.0	18.2	7.26	0.00	0.05	HCO3-Mg
	Público								0.51	19.1	50.5	29.9	0.00	0.00	75.6	14.6	7.54	2.32	0.00		
PE-61	Ciudad Darío	59490	141135	Mayo.9-1988	27	1315	8.20	1306	5.87	11.0	21.4	128	0.10	16.0	268	228	44.2	2.74	0.00	0.05	Cl-Ca
	Félix p. Tórrez								1.71	5.4	20.1	72.7	0.06	4.32	35.7	52.2	7.46	0.36	0.00		
PP-23	Los Mangos	58620	141750	Enero.13-1987		660	9.05		1.85	116	5.37	23.4	0.00	17.2	227	19.7	90.6	5.65	0.00	0.00	HCO3-Na
	Samuel Amador								0.71	75.2	6.60	17.4	0.00	8.38	54.6	8.13	27.6	1.33	0.00		
PP-40	San Juanillo	60190	140350	Mayo.8-1988		490	8.20	327	1.17	22.1	23.3	40.0	0.00	40.0	148	22.0	18.2	7.97	0.00	0.00	HCO3-Ca
	Cooperativa Eddy Alonso								0.61	19.5	39.2	40.7	0.00	27.3	49.7	12.7	7.76	2.63	0.00		
PP-41	Sabana Verde	59265	141460	Mayo.9-1988	28	518	8.30	360	1.17	25.8	28.2	33.6	0.04	32.0	164	28.0	21.1	3.10	0.00	0.00	HCO3-Mg
	Mariano González								0.58	21.7	45.1	32.6	0.04	21.2	53.4	15.7	8.73	0.99	0.00		
PP-42	Hierba Buena	58755	141655	Mayo.10-1988	31	605	8.70	445	1.17	92.0	13.6	17.6	0.20	32.0	140	38.0	69.1	3.80	0.00	0.05	HCO3-Na

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA DE SÉBACO

CODIGO		COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICO QUIMICACIONES [mg/l]									ANIONES [mg/l]					BOROCARACTER	
		E	N		COND. [°C]	pH	SDT [mg/l]	[meq%]			[meq%]					F				
								K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl		SO4	NO3		
LOCALIZACIÓN -PROPIETAR																			(mg/l) HIDROQUIMICO	
PP-132	El Ojoche	59945	143050	Mayo.13-1988		465	8.20	365	1.170	23.92	21.38	36.80	0.16	64.0	120.0	16.00	17.28	12.40	0.00	0.00
	Empresa Agroindustrial								0.640	22.22	37.72	39.30	0.18	41.71	38.5	8.831	7.034	3.907	0.00	CO3-Ca
PP-98	Santa Rita	59190	142130	Marzo.15-1986		415	8.18		4.060	37.11	11.62	36.40	0.00	0.00	223.6	18.01	14.30	1.000	0.00	0.00
	Samuel Mansell								2.311	35.89	21.34	40.46	0.00	0.00	81.7	11.32	6.628	0.359	0.00	HCO3-Ca
PP-87	Carreta Quebrada	59490	145065	Agost.3-1984	27	380	8.00	240	2.000	24.00	15.00	4.000	0.00	64.0	124.0	14.00	11.00	0.000	0.00	0.10
	Jerónimo González								2.020	41.20	48.89	7.892	0.00	44.51	42.47	8.245	4.778	0.000	0.00	CO3-Mg
PP-81	Tierra Blanca	59635	142325	Nov.3-1983		480	7.50	415	1.000	28.00	13.00	54.00	0.00	0.00	168.0	21.00	32.00	5.570	0.00	0.22
	El Estado								0.510	24.28	21.40	53.81	0.000	0.00	67.16	14.43	16.22	#iDIV/O	0.00	HCO3-Ca
PP-74	Centro Experimental	58860	142615	Nov.16-1983	29	260	7.40	170	0.000	15.00	31.23	20.84	0	0.00	120.0	10.00	21.30	0.000	0.40	0.30
	MIDINRA								0.000	15.27	60.35	24.38	0.000	0.00	73.08	10.47	#iDIV/O!	0.000	0.00	HCO3-Mg
PP-61	El Cacao	60015	142945	Junio.20-1986		688	8.00		0.600	27.41	25.54	88.00	0	0.00	419.2	16.94	14.69	12.89	0.00	0.00
	El Estado								0.199	15.45	27.34	57.01	0.000	0.00	87.40	6.073	3.885	2.638	0.00	HCO3-Ca
PP-60	El Chaguite	60065	142660	Marzo.11-1983		995	7.60	383	1.000	89.00	18.00	79.00	0	0.00	378.0	26.00	39.00	4.930	0.00	0.21
	Vicente Porkar								0.274	41.48	15.93	42.32	0.000	0.00	79.24	9.372	10.37	1.015	0.00	HCO3-Ca
PP-60	El Chaguite	60065	142660	Mayo.15-1985	30	656	7.62	628	2.520	33.00	55.00	10.72	0.020	0.00	0.00	11.67	39.66	20.82	0.00	0.00
	Vicente Porkar								0.980	21.82	69.05	8.146	0.016	0.00	0.00	22.10	55.39	22.51	0.00	SO4-Mg
PP-59	Los Polvasales	59655	142585	Oct.3-1986		480	8.05		0.940	27.69	18.84	54.00	0.000	0.00	300.4	5.850	17.53	1.000	0.00	0.00
	INRA								0.439	21.96	28.37	49.23	0.000	0.00	90.03	3.015	6.663	0.294	0.00	HCO3-Ca
PP-45	Hacienda El Limón	59395	142083	Junio.8-1984	26	490	7.40	290	1.000	20.00	14.00	56.00	0.29	12.0	188.0	26.00	11.00	3.600	1.50	0.17
	Sébaco- INRA								0.526	17.89	23.78	57.58	0.321	8.87	68.5	16.28	5.081	1.287	0.00	HCO3-Ca
PP-45	Hacienda El Limón	59395	142083	Abril.3-1984	27	390	8.30	250	0.000	0.000	19.52	44.88	0.150	0.00	172.0	13.50	14.50	4.700	0.10	0.00
	Sébaco- INRA								0.000	0.000	41.75	58.11	0.209	0.00	78.8	10.64	8.427	2.114	0.00	HCO3-Ca
PP-45	Hacienda El Limón	59395	142083	Mayo.15-1985	26	357	8.13	476	3.220	31.00	21.36	46.20	0.010	0.00	0.00	17.99	13.37	36.80	0.00	0.00
	Sébaco- INRA								1.497	24.49	32.05	41.96	0.010	0.00	0.00	36.82	20.18	43.00	0.00	NO3-Ca
PP-46	Los Esteros	59555	141920	Junio.23-1986		341	7.79		2.810	18.86	9.85	39.13	0.000	0.00	183.5	11.14	8.600	7.810	0.00	0.00
	Félix Pedro Tórrez								1.964	22.40	22.21	53.42	0.000	0.00	82.9	8.657	4.930	3.465	0.00	HCO3-Ca
PP-39	San Benito	59235	142295	Mayo.15-1985	28	504	7.45	460	6.810	51.50	24.32	38.77	0.010	0.00	0.00	25.29	53.82	24.76	0.00	0.00
	Samuel Amador								2.740	35.21	31.57	30.47	0.008	0.00	0.00	31.96	50.17	17.87	0.00	SO4-Na
PP-38	San Benito	59275	142308	Junio.13-1986		747	7.9		7.170	65.81	23.25	71.00	0.000	0.00	336.9	20.87	97.53	2.580	0.00	0.00
	Samuel Amador								2.155	33.61	22.55	41.68	0.000	0.00	67.51	7.192	24.79	0.508	0.00	HCO3-Ca
PP-35	Carreta Quebrada	59110	142410	Nov.17-1983	30	760	7.5	490	0.000	80.00	27.30	73.70	0.350	0.00	332.0	55.00	18.30	8.000	0.10	0.10
	Hector Tórrez								0.000		23.91	39.07	0.200	0.00	72.5	20.67	5.072	1.716	0.00	HCO3-Na
PP-30	Hacienda El Cacao	59980	143030	Junio.27-1984		450	7.80	412	1.000	22.00	22.00	30.00	0	28.0	170.0	10.00	15.00	0.140	0.00	0.11
	El Estado								0.595	22.26	42.26	34.89	0.000	21.6	64.6	6.53	7.228	0.052	0.00	HCO3-Mg
PP-30	Hacienda El Cacao	59980	143030	Mayo.14-1985	28	557	7.55	416	1.470	42.50	60.51	18.15	0.020	0.00	0.00	10.69	14.31	16.36	0.00	0.00
	El Estado								0.483	23.72	64.14	11.65	0.014	0.00	0.00	34.95	34.51	30.54	0.00	Cl-Mg
PP-25	Chaguitillo	59980	142475	Sep.2-1986		629	7.98		1.350	57.16	13.47	55.75	0.000	0.00	398.0	13.88	13.60	1.000	0.00	0.00
	INAA								0.538	38.72	17.33	43.41	0.000	0.00	90.4	5.423	3.919	0.223	0.00	HCO3-Ca

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE EIJA DE SÉBACO

		COORDENADAS		FECHA	PARAMETROS FISICO				CATIONES [mg/l]			ANIONES [mg/l]							BORCCARACTER		
CODIGO	LOCALIZACION-PROPIETARIO	E	N	ANALISIS	T	COND	pH	SDT				[meq%]			[meq%]				(mg/lit HIDROQUIM		
					[°C]	µS/cm]		[mg/l]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F		
PP-A	Sébaco. Quebrada Honda.	60560	142750	Mayo.12-1988		730	8.30	449	1.17	####	18.5	72.0	0.2	40	260.0	30.0	####	6.37	0.00	0.1	HCO3 - Ca
									0.41	28.73	21.1	49.7	0.12	19.4	62.12	12.3	4.65	1.49	0.00		
PP-M	Sébaco Viejo. La Talavera.	59930	142020	Mayo.20-1988		759	8.30	665	1.17	49.68	16.5	80.0	0	32	272.0	26.0	####	13.29	0.00	0.1	HCO3 - Ca
									0.40	28.60	18.1	52.9	0.03	15.3	63.97	10.5	7.16	3.07	0.00		
PP-N	Los Charcones.	59190	142550	Mayo.20-1988		629	8.60	427	2.35	43.32	29.2	40.0	0	40	180.00	42.0	####	2.65	0.00	0.1	HCO3 - Mg
	Gustavo Altamirano								0.95	29.65	37.9	31.5	0.03	21.5	47.69	19.1	####	0.69	####		
PP-120	San Roque Sébaco.	58945	142145	Mayo.20-1988		390	8.20	268	2.35	25.76	13.6	32.0	0.10	48	112.00	18.0	8.64	3.19	0.00	0.2	
									1.54	28.67	28.8	40.9	0.14	38.3	44.01	12.2	4.31	1.23	0.00		HCO3 - Ca
PP-129	Chaguitillo.	60054	142592	Marzo.11-1983		665	7.30	291	1.00	40.00	18.0	88.0		0.00	306.00	20.0	####	4.21		0.1	
	Alejandro Salazar.								0.33	22.74	19.4	57.5	0.00	0.00	80.79	9.1	9.04	1.09	0.00		
PP-128	Buenos Aires	59900	1424.00	Nov. 3-1983		725	7.10	471	1.00	69.00	14.0	78.0		0.00	298.00	40.0	####	5.24		0.2	HCO3-Ca
	Emilio Galeano								0.32	37.13	14.3	48.2	0.00	0.000	74.06	17.1	7.57	1.28	0.00		
PP-126	Empresa de Desarrollo	59800	142630	Enero.23-1984		525	7.20	310	1.00	28.00	20.0	60.0		0.00	251.00	11.0	####	0.00		0.5	HCO3-Ca
	El Estado(Sébaco)								0.43	20.66	28.0	50.9	0.00	0.00	83.57	6.3	####	0.00	0.00		
PP-126	Empresa de Desarrollo	59800	142630	Junio.26-1985	26	520	8.1	340			24.0	59.0	0.21	56.00	164.00	13.0	####	4.70	0.00		
	El Estado(Sébaco)								0.00	0.00	40.1	59.7	0.23	33.64	48.53	6.6	9.85	1.37	0.00		HCO3-Ca-Mg
PP-125	Km 197 Carretera León	58840	142465	Sep.14-1983			7.86		3.21	23.20	8.5	35.8			194.00	7.2	8.70	3.72	0.00		
	Leonor Cáceres								2.29	28.17	19.5	50.0	0.00	0.00	87.76	5.6	4.99	1.65	0.00		HCO3-Ca
PP-122	San Roque Sébaco.	58810	142185	Mayo.20-1988		481	8.10	352	1.17	25.76	16.5	44.8	0	0.00	184.00	24.0	####	4.60	0.00	0.3	
	Evenor Valdivia								0.63	23.56	28.7	47.1	0.05	0.0	73.103	16.4	8.71	1.79	0.00		HCO3-Ca
PP-122	San Roque Sébaco.	58810	142185	Enero.28-1987	31.7	450	8.46		3.58	29.12	10.4	34.0		2.85	217.84	12.9	####	4.13	0.00		
	Evenor Valdivia								2.34	32.36	21.8	43.5	0.00	2.17	81.58	8.3	6.40	1.52	0.00		HCO3-Ca
PP-120	San Isidro	58755	142865	Nov.15-1983	26	280	6.90	180		10.00	18.5	35.3	0.50	0.00	80.00	18.5	####	31.00	0.30	###	
	INAA								0.00	11.61	40.8	47.1	0.72	0.00	49.61	19.7	####	18.87	0.00		HCO3-Ca-Mg
PP-120	San Isidro	58755	142865	Mayo.14-1985		210	6.80	332			7.7	23.9	0.03			16.5	1.91	41.05	0.00		
	INAA								0.00	0.00	34.8	65.2	0.09	0.00	0.00	40.0	3.40	56.64	0.00		NO3-Ca
PP-103	Sébaco	59760	142140	Mayo.14-1985		373	7.30	408			38.0	8.3	0.04			19.0	8.27	33.39			
	Abner de la Torre								0.00	0.00	88.3	11.6	0.06	0.00	0.00	43.0	####	43.20	0.00		NO3-Cl-Mg
PP-2	Hacienda Kokomo	60560	142720	Feb.2-1986		590	8.37		40.00	48.66	1.8	11.5			280.80	31.9	####	1.00			
	Alfonso Eger								26.50	54.78	3.9	14.8	0.00	0.00	74.25	14.5	####	0.26	0.00		HCO3-Na
PP-2	Hacienda Kokomo	60560	142720	Agost.27-1969	28	840	8.3	594	10.00	10.00	25.0	92.0		9.00	409.00	31.0	8.00	17.40	0.50		
	Alfonso Eger								3.48	5.91	28.1	62.5	0.00	3.60	80.54	10.5	2.00	3.36	0.00		HCO3-Ca
PP-5	Quinta Sary(Sébaco)	59900	142380	Mayo.14-1968	29	770	7.80	530	5.40	53.00	16.8	72.0		0.00	336.00	55.0	6.00	18.00	0.38	###	
	Sara Gómez Rodríguez								1.86	31.02	18.7	48.4	0.00	0.00	73.71	20.7	1.67	3.88	0.00		HCO3-Ca-Na
PP-5	Quinta Sary(Sébaco)	59900	142380	Nov.3-1983		870	6.90	576	2.00	77.00	17.0	106.0		0.00	333.00	55.0	####	5.74		###	
	Sara Gómez Rodríguez								0.51	33.15	13.9	52.4	0.00	0.00	67.92	19.3	####	1.15	0.00		HCO3-Ca-Na
PP-94	Paso Real(Sébaco)	59057	141980	Nov.24-1983	30	430	7.60	275		25.00	21.5	43.3	0.35	18.0	188.00	18.0	####	7.30	0.50	0.3	
	Jerónimo González								0.00	21.57	35.2	42.9	0.37	12.8	66.00	10.9	7.79	2.52	0.00		HCO3-Ca

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA
COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA JINOTEGA
DE SÉBACO

CODIGO:ALIZACION-PROPIETA		COORDENADAS		FECHA	PARAMETROS FISICO QUIACIONES [mg/lt]										ANIONES [mg/lt]							BOROCARACTER	
		E	N	ANALISIS	T	COND.	pH	SDT	[meq%]				[mg/lt]			[meq%]				F	(mg/lt) HIDROQUIM		
									[°C]	[µS/cm]	[mg/lt]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl			SO4	NO3
PP-94	Paso Real (Sébaco)	59057	141980	Junio.26-1985	29	440	8.0	290	0.00	250.0	17.60	40.10	0.0	24.0	148.0	20.50	18.30	5.30	0.0	0.0			
	Jerónimo González								0.00	75.87	10.14	13.99	0.0	18.7	56.84	13.54	8.913	2.00	0.0	HCO3-Na			
PP-92	Paso Real	59195	141910	Mayo.4-1986		490	7.9		3.03	25.73	15.43	55.86			248.7	18.20	29.96	8.71					
	Salvador Escoto								1.47	21.26	24.21	53.06	0.0	0.0	76.16	9.58	11.64	2.618	0.0	HCO3-Ca			
PP-17	Ganadería Santiago	59735	142550	Nov.3-1983		480	7.6	334	1.00	33.00	14.00	57.00		12.0	228.0	10.00	12.00	1.190		0.06			
	INRA								0.47	26.26	21.15	52.13	0.0	8.5	79.73	6.013	5.32	0.409	0.0	HCO3-Ca			
PP-17	Ganadería Santiago	59735	142550	Mayo.14-1985	27.1	473	6.9	420	1.35	45.50	4.25	15.67	0.0		0.000	10.21	26.08	21.83					
	INRA								1.10	62.84	11.15	24.87	0.1	0.0	0.000	24.36	45.90	29.74	0.0	SO4-Na			
PP-19	Cooperativa Oscar B	59860	142490	Sep.9-1969	28	430	7.8	318	4.60	26.00	8.00	46.00		0.0	201.0	28.00	5.00	6.600	0.3	0.0			
	INRA (Chaguitillo)								2.80	26.87	15.70	54.64	0.0	0.0	76.73	18.38	2.421	2.473	0.0	HCO3-Ca			
PP-88	Las Conchitas	59480	142530	Enero.26-1986	29	314	7.9		4.17	21.31	10.71	29.38			187.2	7.560	8.450	1.000	0.0	0.0			
	Gustavo Altamirano								3.15	27.37	26.12	43.37	0.0	0.0	88.34	6.135	5.058	0.463	0.0	HCO3-Ca			
PP-32	Soledad (Sébaco)	59140	142525	Nov.17-1983	30	600	7.5	380		42.00	19.50	40.00	0.3		268.0	25.00	24.50	0.000	0.1	0.8			
	Daniilo Alvarado								0.00	33.53	29.56	36.71	0.3	0.0	78.35	12.57	9.084	0.000	0.0	HCO3-Ca			
PP-34	Kansas(Sébaco)	59180	142490	Mayo.11-1998	34.5	630	8.0	464	2.35	51.52	12.64	59.20	0.1	0.0	132.0	110.0	24.96	3.540	0.0	0.2			
	Héctor Tórrez								0.95	35.52	16.55	46.92	0.1	0.0	37.05	53.09	8.885	0.975	0.0	Cl-Ca			
PP-34	Kansas(Sébaco)	59180	142490	Enero.15-1987		670			8.18	55.75	20.32	17.23		10.2	219.7	30.44	31.46	3.850	0.0	0.0			
	Héctor Tórrez								4.05	46.87	32.44	16.65	0.0	6.2	65.30	15.56	11.86	1.124	0.0	HCO3-Na-Mg			
PP-49	Empalme San Isidro	59000	142650	Nov17-1983	27	900	7.5	580		40.00	34.00	57.70	0.5		344.0	60.00	29.30	7.300	0.3	0.26			
	Samuel Mansell								0.00	23.35	37.69	38.72	0.4	0.0	69.99	20.99	7.561	1.458	0.0	HCO3-Ca-Mg			
PP-49	Empalme San Isidro	59000	142650	Mayo.14-1985	30.7	557	7.4	588	8.85	72.50	26.70	32.17	0.0		0.000	33.50	38.20	26.27					
	Samuel Mansell								3.15	43.83	30.65	22.35	0.0	0.0	0.000	43.69	36.75	19.56	0.0	Cl-Na			
PP-51	San Isidro	58903	142735	Feb.3-1986		275	7.7		6.02	13.37	7.08	35.27			155.8	5.930	5.040	6.630					
	Samuel Mansell								5.00	18.86	18.96	57.18	0.0	0.0	87.09	5.701	3.574	3.639	0.0	HCO3-Ca			
PP-52	Sta. Eduvige	59390	142265	Nov.30-1986		360	7.8		3.22	22.94	10.17	41.00			186.0	15.95	14.78	4.120					
	INRA								2.08	25.13	21.16	51.63	0.0	0.0	78.74	11.61	7.935	1.712	0.0	HCO3-Ca			
PP-64	Sébaco	59550	142210	Marzo.15-1986		640	8.0		4.24	26.71	22.37	78.59			308.0	27.30	49.90	7.410					
	Pedro Galeano								1.54	16.49	26.22	55.76	0.0	0.0	72.38	11.03	14.87	1.710	0.0	HCO3-Ca			
PP-65	El Chaguite	59990	142606	Feb.3.1986		619	7.9		1.26	80.50	11.54	42.02			353.2	15.52	24.31	1.800					
	Noel Amador								0.49	53.15	14.47	31.89	0.0	0.0	85.63	6.469	7.474	0.428	0.0	HCO3-Na			
PP-71	La Trinidad	58330	143280	Feb.15-1986		318	7.8		1.41	23.06	8.28	37.00			203.4	3.860	4.150	1.000					
	INAA								1.01	28.07	19.14	51.78	0.0	0.0	94.04	3.069	2.433	0.454	0.0	HCO3-Ca			
PP-73	Entrada a las Uvas	59295	142205	Abril.12-1986		418	7.6		6.64	24.43	12.85	41.56	0.0	0.0	207.5	22.62	17.29	0.930	0.0	0.0			
	Samuel Amador								3.89	24.31	24.28	47.53	0.0	0.0	77.07	14.45	8.145	0.339	0.0	HCO3-Ca			
PP-76	Río Nuevo	59565	142035	Sep.23-1986		309	7.8		2.64	17.80	8.60	34.01	0.0	0.0	168.8	11.30	6.380	3.000	0.0	0.0			
	Pedro Galeano								2.08	23.80	21.84	52.28	0.0	0.0	84.71	9.749	4.060	1.478	0.0	HCO3-Ca			
PP-76	Río Nuevo	59565	142035	Junio.8-1984	26	293	7.9	210	1.00	9.00	13.00	42.00	0.0	24.0	132.0	14.00	4.000	1.100	1.3	0.06			
	Pedro Galeano								0.71	10.90	29.90	58.48	0.0	23.1	62.57	11.41	2.405	0.512	0.0	HCO3-Ca			

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

IDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- H

CODIGO	Localización -Propietario	COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICOCACIONES								ANIONES								BORO	CARACTER HIDROQUIMICO
		E	N		T	COND	pH	SDT	[mg/l]				[mg/l]				[meq%]					
									K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F			
PP-76	Río Nuevo (Sébaco)	59565	142035	Dic.6-1986		309	7.79		2.64	17.8	8.60	34.0		0	169	11.3	6.38	3.00		0.00		
	Pedro Galeano								2.08	23.8	21.8	52.3	0.00	0.00	84.7	9.75	4.06	1.48	0.00		HCO3-Ca	
PP-76	Río Nuevo (Sébaco)	59565	142035	Marzo.11-1978		293	7.90	210	1.00	4.00	13.0	42.0	0.06	24.0	132	14.0	4.00	1.10	1.30	0.06		
	Pedro Galeano								0.76	5.15	31.8	62.2	0.10	23.1	62.6	11.4	2.40	0.51	0.00		HCO3-Ca	
PP-76	Río Nuevo (Sébaco)	59565	142035	Abril.6-1984	26	350	8.30	230			19.5	38.5	0.15	0.00	148	17.0	13.3	6.60	0.50	0.00		
	Pedro Galeano								0.00	0.00	45.5	54.3	0.23	0.00	73.8	14.6	8.41	3.23	0.00		HCO3-Ca	
PP-78	Qta. Isabel (Chaguitillo)	59940	142400	Nov.3-1983		796	7.00	568	1.00	77.0	17.0	83.0	0.00	0.00	296	46.0	39.0	5.57	0.00	0.13		
	Jorge A. Rodríguez								0.29	37.5	15.7	46.5	0.00	0.00	68.8	18.4	11.5		0.00		HCO3-Ca	
PP-84	Beneficio de Café	59725	142150	Junio.20-1986		352	7.72		3.02	19.4	11.2	38.5	0.00	0.00	177	14.4	11.3	10.8	0.00	0.00		
	(Sébaco) INRA								2.05	22.3	24.5	51.1	0.00	0.00	78.1	10.9	DIV/C	4.70	0.00		HCO3-Ca	
PE-78-S		59305	142225	Marzo.15-1986		418	7.64		6.64	24.4	12.9	41.6	0.00	0.00	207	22.6	17.3	0.93	0.00	0.00		
									3.89	24.3	24.3	47.5	0.00	0.00	77.1	14.4	8.15	0.34	0.00		HCO3-Ca	
PE-75-O	El Papalán	59085	142945	Mayo.11-1988	31	610	8.30	480	4.69	31.3	4.86	84.8	0.00	80.0	88.0	82.0	18.2	6.37	0.00	0.00		
	José Castro								1.96	22.2	6.56	69.3	0.00	38.6	20.9	33.5	5.50	1.49	0.00		CO3-Ca	
PE-74-E	La Corneta	60450	143360	Mayo.12-1988	25	695	8.2	610	1.17	29.4	22.4	76.8	0.04	16.0	228	22.0	64.3	6.64	0.20	0.00		
	Público								0.43	18.3	26.4	54.9	0.03	8.41	59.0	9.79	21.1	1.69	0.00		HCO3-Ca	
PE-73-D	Los Cardones	60250	142730	Mayo.12-1988	28	495	8.3	367	1.17	44.2	9.12	44.8	0.20	64.0	104	36.0	19.2	6.64	0.00	0.11		
	(Sébaco) Público								0.60	38.8	15.2	45.2	0.22	39.8	31.8	18.9	7.45	2.00	0.00		CO3-Ca	
PE-72-C	Valle El Naranjo(Sébaco)	60535	143575	Mayo.12-1988	26	575	8.20	424	1.17	27.6	19.4	59.2	0.04	64.0	156	14.0	44.2	1.10	0.55	0.10		
	Dolores Merrera								0.52	20.7	27.7	51.1	0.04	35.4	42.5	6.56	15.3	0.29	0.00		HCO3-Ca	
PE-71-B	Quebrada Seca(Sébaco)	58725	142720	Mayo.11-1988	28	545	8.20	350	2.35	27.6	19.4	51.2	0.04	32.0	200	22.0	7.68	0.79	0.00	0.16		
	Tana Molina								1.11	22.1	29.6	47.2	0.04	20.7	63.8	12.1	3.11	0.25	0.00		HCO3-Ca	
PE-70-A	Mechapa(Sébaco)	58190	143640	Mayo.11-1988	27	555	7.90	421	1.17	35.0	29.2	32.0	0.10	0.00	224	22.0	15.4	5.13	0.00	0.00		
	Público								0.54	27.3	43.3	28.8	0.10	0.00	78.2	13.2	6.80	1.76	0.00		HCO3-Mg	
PE-121-A	Paso Real			Nov.22-1983	27	450	7.30	290		20.0	27.3	33.7	0.00	0.00	220	9.00	32.5	8.10	0.00	0.20		
	La Escuela								0.00	18.1	46.9	35.0	0.00	0.00	77.3	5.44	14.5	2.79	0.00		HCO3-Ca	
PE-119-S	San José Río Nuevo(Sé)	59530	142030	Nov.3-1983		850	7.00	521	0.03	3.00	1.52	5.03	0.00	0.00	5.72	2.37	0.86	0.09	0.00	0.00		
	Ramón Chavarría								0.15	25.7	24.7	49.5	0.00	0.00	52.1	37.1	9.94	0.81	0.00		HCO3-Ca	
PE-118	Barbacoa -Sébaco			Nov.15-1983	25	680	7.5	435		10.0	29.3	57.7	0.30	0.00	172.0	34.0	21.3	44.0	0.20	0.21		
									0.00	7.56	42.1	50.2	0.28	0.00	57.2	19.4	8.98	14.4	0.00		HCO3-Ca	
PE-63	El Delirio(Sébaco)	59870	142250	Nov.3-1983		585	6.9	505	1.00	31.0	19.0	69.0		0.00	212	40.0	45.0	5.74		0.18		
	Evangelino Roa								0.40	21.1	24.5	54.0	0.00	0.00	61.7	20.0	16.6	1.64	0.00		HCO3-Ca	
PE-58	San Benito(Sébaco)	59169	142196	Nov.18-1983	28	540	7.80	345		50.0	25.4	28.8	0.00	0.00	272	13.5	30.0	0.15	0.00	0.40		
	Samuel Amador								0.00	38.1	36.7	25.2	0.00	0.00	81.6	6.96	11.4	0.04	0.00		HCO3-Na	
PE-57	San Benito(Sébaco)	59373	142284	Nov.14-1983	25	700	7.30	450		80.0	37.1	59.3		0.00	400	54.0	26.8	6.50	0.30	0.20		
	Samuel Amador								0.00	36.6	32.2	31.2	0.00	0.00	75.0	17.4	6.37	1.20	0.00		HCO3-Na	
PE-51-S	Carreta Quebrada	59486	142668	Mayo.14-1985		263	7.32	256	3.33	47.0	15.4	26.4	0.01	0.00	0.00	11.2	0.46	27.0	0.00	0.00		
	Saturnino Ocampo								1.80	43.3	27.0	27.9	0.01	0.00	0.00	41.5	1.26	57.2	0.00		NO3-Na	

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA DE SÉBACO

		COORDENADA:		FECHA	PARAMETROS FISICCCATIONES [mg/l]								ANIONES [mg/t]								BORO CARACTER		
CODIGO	Localización -Propietaric	E	N	ANALISIS	T	COND	pH	SDT												(mg/t)	HIDROQUIMICO		
									[°C]	µS/cm]	[mg/l]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F	
PE-51	Carreta Quebrada Saturnino Ocampo	59486	142668	Junio.26-1984	26	340	7.90	274	1.00	22.0	17.0	32.0		56.0	120.0	8.00	6.00	0.00	0.00	0.11			
									0.64	24.0	35.2	40.1	0.00	44.6	47.0	5.39	2.98	0.00	0.00			HCO3-Ca	
PE-51	Carreta Quebrada Saturnino Ocampo	59486	142668	Mayo.14-1984	26.5	263	7.32	256	3.33	47.0	15.4	26.4	0.00	0.00	0.00	11.2	0.46	27.0	0.00	0.00			
									1.80	43.3	27.0	27.9	0.00	0.00	0.00	41.5	1.26	57.2	0.000			NO3-Na	
PE-49	San Isidro(El Barro)	58862	142831	Nov.15-1983	25	100	7.20	60	0.00	32.0	23.4	59.3	0.00	0.00	328	21.5	10.5	9.50	0.20	0.28			
	Santiago Salmeron								0.00	22.1	30.7	47.1	0.00	0.00	84.6	9.54	3.44	2.41	0.00			HCO3-Ca	
PE-48	San Isidro Gasolinera Shell	58750	142876	Nov.22-1983	25	300	6.90	190	0.00	8.0	18.5	25.6	0.00	0.00	92.0	18.0	25.5	40.0	0.00	0.30			
									0.00	11.0	48.4	40.6	0.00	0.00	47.3	15.9	16.6		0.00			HCO3-Mg	
PE-45	La Lagunita(Sébaco) Escuela	58648	142368	Dic.22-1983	26	800	7.20	670	0.00	50.0	28.3	6.41	0.00	0.00	396	25.5	35.6	0.00	0.10	0.40			
									0.00	45.0	48.4	6.63	0.00	0.00	81.6	9.04	10.0	0.00	0.00			HCO3-Mg	
PE-44	El Socorro(Sébaco) Tomás Moran	58523	141941	Dic.21-1983	27	410	6.90	260	0.00	10.0	47.3	33.7	0.00	0.00	136	34.0	20.0	5.40	0.00	0.10			
									0.00	7.22	64.8	28.0	0.00	0.00	60.4	26.0	11.3	2.35	0.00			HCO3-Mg	
PE-41	San Roque (Sébaco) Pablo Valdivia	58780	142193	Dic.22-1983	27	1000	7.40	640	0.00	47.0	28.3	96.2	0.28	0.00	412	98.0	56.8	0.00	0.00	0.40			
									0.00	22.2	25.4	52.3	0.16	0.00	63.1	25.8	11.0	0.00	0.00			HCO3-Ca	
PE-37-A	Hacienda La Tajona William Estrada	59890	142724	Dic.6-1983	25.3	785	8.1	315	1.00	152	13.0	13.0	0.00	20.0	370	8.00	7.00	1.03	0.00	0.16			
									0.31	79.1	12.8	7.77	0.00	9.35	85.2	3.17	2.04	0.23	0.00			HCO3-Na	
PE-35	Tierra Blanca(Sébaco) INRA	59555	142320	Dic.6-1983	24	430	7.2	251	1.00	28.0	12.0	53.0	0.00	0.00	156	31.0	29.0	0.87	0.00	0.28			
									0.52	24.9	20.3	54.2	0.00	0.00	63.2	21.6	14.9	0.35	0.00			HCO3-Ca	
PE-35	Tierra Blanca(Sébaco) INRA	59555	142320	Nov.4-1983		430	7.20	251	1.00	28.0	12.0	53.0	0.00	0.00	156	31.0	29.0	0.87	0.00	0.28			
									0.52	24.9	20.3	54.2	0.00	0.00	63.2	21.6	14.9	0.35	0.00			HCO3-Ca	
PE-32	La Aurora (Sébaco) César Palacios	59269	142161	Mayo.14-1985		509	7.40	528	4.82	27.0	38.0	31.4	0.00	0.00	0.00	36.5	31.4	41.1	0.00	0.00			
									2.06	19.6	52.3	26.1	0.00	0.00	0.00	43.9	27.9	28.2	0.00			Cl-Mg	
PE-31-A	San Roque (Sébaco) Pablo Valdivia	58712	142244	Mayo.14-1984	27	572	7.65	620	4.44	58.5	46.3	23.1	0.03	0.00	0.00	11.2	14.3	17.5	0.00	0.00			
									1.49	33.3	50.1	15.1	0.02	0.00	0.00	35.2	33.3	31.5	0.00			Cl-Mg	
PE-30	El Jocote(Sébaco) Ramón Valdivia	58614	142062	Nov.24-1983	27	430	7.40	275	0.00	30.0	26.4	36.9	0.00	0.00	256	6.50	29.6	4.50	0.40	0.15			
									0.00	24.5	40.9	34.6	0.00	0.00	82.8	3.62	12.1	1.43	0.00			HCO3-Mg	
PE-29	Valle Jocote(Sébaco) Patricia Martínez	58691	142210	Agost.12-1964	26	730	8.20	462	4.00	100	24.0	30.0	0.00	9.00	403	39.0	1.00	0.00	0.40	0.00			
									1.29	54.8	25.0	18.9	0.00	3.73	82.3	13.7	0.26	0.00	0.00			HCO3-Na	
PE-28	La Central Pablo Valdivia	58867	142463	Dic.22-1983	27.5	380	7.6	240	0.00	60.0	15.6	20.0	0.00	0.00	196	6.00	15.0	0.00	0.20	0.30			
									0.00	53.3	26.3	20.4	0.00	0.00	87.0	4.58	8.44	0.00	0.00			HCO3-Na	
PE-27	Sébaco Norma Castillo	59750	141950	Agost.12-1964	25	320	7.9	270	7.00	16.0	13.0	28.0	0.00	0.00	153	28.0	6.00	4.00	0.20	0.00			
									5.35		32.1	41.8	0.00	0.00	71.9	22.6	3.58	1.85	0.00			HCO3-Ca	
PE-26	Snta. Eduvige(Sébaco) INRA	59392	142265	Agost.12-1964	25	500	8.10	320	4.00	23.0	22.0	38.0	0.00	6.00	244	14.2	7.00	0.00	1.00	0.00			
									2.12	20.8	37.7	39.4	0.00	4.21	84.3	8.43	3.07	0.00	0.00			HCO3-Ca	
PE-25	Snta.Rosa De Lima(Sét) INAA	58661	142586	Agost.12-1964	27	640	7.90	572	12.00	27.0	19.0	56.0	0.00	0.00	177	85.0	7.00	43.0	0.10	4.00			
									5.25	20.1	26.8	47.9	0.00	0.00	47.3	39.1	2.37	11.3	0.00			HCO3-Ca	
PE-24	Río Nuevo (Sébaco) Ana María Ríos	59535	141975	Mayo.14-1864	26	300	7.80	218	5.00	12.0	4.8	32.0	0.00	0.00	111	27.3	2.00	0.62	0.19	0.20			
									4.84	19.7	15.0	60.5	0.00	0.00	68.9	29.1	1.57	0.38	0.00			HCO3-Ca	

DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA JINOTEGA

CODIGO	Localización -Propietario	COORDENADAS		FECHA ANALISIS	PARAMETROS FISICO QUIMICOS				CATIONES [mg/l]				ANIONES [mg/l]				BORO CARACTER (mg/l) HIDROQUIMICO			
		E	N		T	COND.	pH	SDT	[meq%]				[meq%]							
					[°C]	[µS/cm]		[mg/l]	K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3	Cl	SO4	NO3	F	
PE-4	Las Palomas (Sébaco)	60145	142520	Sep.9-1968	28	640	8.20	476	5.20	38.0	20.0	60.0	0.00	6.00	232	45.0	3.00	72.6	0.60	0.15
	Adolina Fonseca								2.07	25.7	25.7	46.6	0.00	3.07	58.5	19.5	0.96	18.0	0.00	HCO3-Ca
PE-3	Finca Cerro Largo(Sébaco)	60395	142460		25	600	8.00	404	4.30	41.0	14.0	56.0	0.00	0.00	323	2.50	6.00	26.0	0.19	0.00
	Antonio Barberena								1.88	30.5	19.8	47.9	0.00	0.00	89.6	1.19	2.11	7.08	0.00	HCO3-Ca
PE-2	El Papalote (Sébaco)	59677	142165	Julio.5-1968	26	390	8.60	118	16.0	13.0	13.0	32.0	0.00	5.00	155	34.0	7.00	1.00	0.00	0.00
	Teofilo Salgado								11.2	15.5	29.4	43.8	0.00	4.35	66.4	25.0	3.80	0.42	0.00	HCO3-Ca
PE-1	El pozo Público(Sébaco)	60795	142850	Mayo.14-1968	25	300	8.30	476	4.300	32.0	24.0	76.0	0.00	0.00	358	38.0	6.00	20.0	0.19	0.00
	Juana García								1.51	19.1	27.2	52.2	0.00	0.00	79.5	14.5	1.69		0.00	HCO3-Ca
PE-1	Ciudad Darío(Santa Isabe	59505	141695	Agost.27-1968	27	490	8.20	344	5.00	22.0	18.0	48.0	0.00	15.0	201	31.0	3.00	16.0	0.20	0.00
	María Elena Torrez								2.57	19.2	29.9	48.3	0.00	10.0	66.1	17.5	5.16		0.00	HCO3-Ca
PE-1	Ciudad Darío(Santa Isabe	59505	141695	Mayo15-1985	26	429	7.56	376	3.17	28.5	10.7	56.1	0.02	0.00	0.00	17.5	17.6	35.3	0.00	0.00
	María Elena Torrez								1.62	24.8	17.6	56.0	0.02	0.00	0.00	34.6	25.7	39.7	0.00	CaNO3
PE-2	Ciudad Darío(Sabana Ver	59320	141580	Mayo-3-1968	26	600	8.00	368	5.40	21.0	17.0	58.0	0.00	0.00	244	38.0	6.00	14.0	0.19	0.20
	Mariano González								2.58	17.1	26.2	54.1	0.00	0.00	73.8	19.8	2.30	4.16	0.00	HCO3-Ca
PE-2	Ciudad Darío(Sabana Ver	59320	141580	Abril3-1984	26	560	8.3	360	0.00	0.00	32.2	40.1	0.36	0.00	224	18.0	10.8	10.2	0.30	0.00
	Mariano González								0.00	0.00	56.9	42.8	0.41	0.00	80.4	11.1	4.92	3.59	0.00	HCO3-Mg
PE-3	Ciudad Darío(Aponpuá)	59690	141470	Enero.12-1970	25	1200	6.9	844	3.10	42.0	37.0	132.0	0.00	0.00	317	111	1.30	205	0.00	0.00
	MED								0.69	15.8	26.4	57.1	0.00	0.00	44.6	26.9	0.23	28.3	0.00	HCO3-Ca
PE-3	Ciudad Darío(Aponpuá)	59690	141470	Nov.18-1969	25	1000	8.20	710	4.40	31.0	29.0	124.0	0.00	6.00	317	99.0	42.0	63.0	0.10	0.30
	MED								1.12	13.4	23.8	61.7	0.00	1.98	51.6	27.7	8.67	10.1	0.00	HCO3-Ca
PE-4	Ciudad Darío(Candelaria)	60190	141440	Mayo.3-1968	26	500	7.90	312	5.00	16.0	8.4	54.0	0.00	0.00	183	32.0	9.00	12.0	0.19	7.00
	Roger Escoto								3.03	16.5	16.5	64.0	0.00	0.00	70.1	21.1	4.37	4.51	0.00	HCO3-Ca
PE-5	Ciudad Darío(El Jobo)	59505	141225	Agost.26-1968	28	750	8.20	550	11.3	93.0	14.0	38.0	0.00	0.00	323	48.0	6.00	21.0	0.30	0.00
	Estanialao Rojas								3.91	54.7	15.6	25.7	0.00	0.00	74.5	19.0	1.75	4.75	0.00	HCO3-Na
PE-6	Ciudad Darío (La Carreta)	59540	140605	Mayo.3-1968	31	1200	8.00	640	4.30	110.0	30.0	62.0	0.00	0.00	450	72.4	40.0	18.0	0.19	0.30
	Jacinto Trujillo								1.05	45.7	23.7	29.6	0.00	0.00	70.0	19.4	7.89	2.75	0.00	HCO3-Na
PE-7	Ciudad Darío(Desplayado	59730	140410	Agost.26-1968	28	680	8.30	480	4.60	68.0	13.0	52.0	0.00	27.0	250	54.0	7.00	6.90	0.50	0.10
	Francisco Rojas								1.74	43.8	15.9	38.5	0.00	13.3	60.5	22.5	2.15	1.64	0.00	HCO3-Na
PE-8	Ciudad Darío(El Maraño)	59450	140825	Mayo-16-1968	24	700	7.3	418	5.00	34.0	32.4	60.0	0.00	0.00	356	38.0	10.0	15.0	0.00	0.30
	Eulalio Tórrez								1.76	20.3	36.7	41.2	0.00	0.00	79.3	14.6	2.83	3.28	0.00	HCO3-Ca
PE-9	Ciudad Darío(Palo Verde)	59110	141300	Mayo.16-1968	30	800	7.5	446	6.20	35.0	25.2	64.0	0.00	0.00	314	38.0	38.0	2.00	0.19	0.30
	Cresencio Mendoza								2.28		29.9	46.0	0.00	0.00	73.1	15.2	11.22	0.46	0.00	HCO3-Ca
PE-9	Ciudad Darío(Palo Verde)	59110	141300	Junio.26-1984	27	890	7.60	799	3.20	64.0	32.0	125.0	0.00	72.0	252	72.0	43.0	0.07	0.00	0.11
	Cresencio Mendoza								0.70	23.7	22.5	53.2	0.00	25.4	43.7	21.5	9.46	0.01	0.00	HCO3-Ca
PE-10	Ciudad Darío(El Horno)	58880	141410	Agost.28-1968	28	680	8.20	490	6.00	37.0	26.0	58.0	0.00	9.00	335	24.0	12.0	10.0	0.20	0.00
	Pablo Valdivia								2.26	23.6	31.5	42.6	0.00	4.36	79.8	9.84	3.63	2.34	0.00	HCO3-Ca
PE-11	Ciudad Darío(Las Tunas)	59495	141505	Julio.12-1968	26	680	8.30	526	3.00	35.0	24.0	72.0	0.00	6.00	287	67.0	8.00	11.0	0.20	0.00
	Petronila Espinoza								1.07	21.2	27.6	50.1	0.00	2.80	65.9	26.5	2.33	2.48	0.00	HCO3-Ca

COMPOSICION HIDROQUIMICA DE LOS RECURSOS HIDRICOS- DATOS DE ENACAL- HOJA DE SÉBACO

		COORDENADAS		FECHA	PARAMETROS FISICO Q				CATIONES					ANIONES		
CODIGO	Localización -Propietario	E	N	ANALISIS	T	COND.	pH	SDT	[mg/lt]					[mg/lt]		
					[°C]	[µS/cm]				K	Na	Mg2	Ca2	Fe2	CO3	HCO3
PE-49	Ciudad Darío (Los Esteros)	59380	141759	Abril.6-1984	23.7	580	8.10	380	0.00	0.00	32.2	52.9	0.33	0.00	212	25.5
	Hnos. Martínez								0.00	0.00	50.0	49.7	0.33	0.00	76.1	15.7
PE-51	Ciudad Darío(Hierba Buena	58545	141862	Nov.23-1983	25	340	7.20	220	0.00	28.0	18.5	38.5	0.00	0.00	172	11.5
	Samuel Amador								0.00	26.1	32.7	41.2	0.00	0.00	73.4	8.4
PE-52	Ciudad Darío(La Joya)	60720	140850	Mayo.8-1988	28.4				1.17	31.3	23.3	89.6	0.00	40.0	228	56.0
	Paulo Centeno								0.38	17.4	24.7	57.5	0.00	17.8	50.0	21.1
PE-53	Ciudad Darío(Mannica)	60485	141175	Mayo.8-1988	28.3	480	8.50	356	1.17	18.4	20.4	46.4	0.00	40.0	140	26.0
	Justiniano Pérez								0.62	16.6	34.9	48.0	0.00	27.4	47.2	15.1
PE-54	Ciudad Darío(El Gato)	60055	140725	Mayo.8-1988	34	668	8.20	544	1.17	23.9	25.3	70.4	0.04	32.0	236	26.0
	Tomas Alarcón								0.45	15.6	31.3	52.7	0.03	17.1	62.1	11.8
PE-55	Ciudad Darío(Hato Nuevo)	58990	141010	Mayo.9-1988	28	450	8.20	546	1.17	68.1	3.89	24.0	0.16	40.0	108	40.0
	Celestino Ruíz								0.66	65.5	7.11	26.6	0.19	28.8	38.3	24.4
PE-56	Ciudad Darío(La Tomatera)	59905	141020	Mayo.9-1988	25.9	740	8.50	539	1.17	82.8	8.75	60.8	0.04	104	216	22.0
	Julio Robelo								0.40	48.7	9.77	41.1	0.03	43.0	44.0	7.7
PE-57	Ciudad Darío(El Zapote)	58315	141720	Mayo.10-1988	27	999	8	840	1.17	162	17.5	28.8	0.00	0.00	400	32.0
	Saba María Martínez								0.30	17.5		14.5	0.00	0.00	76.8	10.6
PE-58	Ciudad Darío8Santa Isabel)	59505	141685	Mayo.9-1988	28.1	605	8.4	416	1.17	20.2	26.2	59.2	0.00	72.0	156	32.0
	La Escuela									14.6	35.9	49.0	0.00	37.2	39.7	14.0
PE-59	Ciudad Darío(Candelaria)	60080	141440	Mayo.9-1988	27.7	490	8.30	309	1.17	23.9	10.7	59.2	0.10	72.0	128	26.0
	Público								0.61	21.2	18.0	60.2	0.11	44.1	38.6	13.5
PE-60	Ciudad Darío(Las Pozas)	58270	140920	Mayo.10-1988	26.6	592	7.90	386	1.17	25.8	36.0	35.2	0.00	0.00	232	26.0
	Público								0.51	19.1	50.5	29.9	0.00	0.00	75.6	14.6
PE-61	Ciudad Darío(San Antonio)	59490	141135	Mayo.9-1988	27.2	1315	8.20	1306	5.87	11.0	21.4	128	0.10	16.00	268.0	228
	Félix p. Tórrez								1.71	5.4	20.1	72.7	0.06	4.32	35.7	52.2
PP-23	Los Mangos	58620	141750	Enero.13-1987		660	9.05		1.85	116	5.37	23.4	0.00	17.2	227	19.7
	Samuel Amador								0.71	75.2	6.60	17.4	0.00	8.38	54.6	8.13
PP-40	San Juanillo El Congo	60190	140350	Mayo.8-1988		490	8.20	327	1.17	22.1	23.3	40.0	0.00	40.0	148	22.0
	Cooperativa Eddy Alonso								0.61	19.5	39.2	40.7	0.00	27.3	49.7	12.7
PP-41	Sabana Verde (Ciudad Darí	59265	141460	Mayo.9-1988	28.3	518	8.30	360	1.17	25.8	28.2	33.6	0.04	32.0	164	28.0
	Mariano González								0.58	21.7	45.1	32.6	0.04	21.2	53.4	15.7
PP-42	Hierba Buena (Ciudad Darí	58755	141655	Mayo.10-1988	30.8	605	8.70	445	1.17	92.0	13.6	17.6	0.20	32.0	140	38.0
	Público								0.50	66.2	18.6	14.6	0.18	18.0	38.7	18.1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2-786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Pozo excavado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Los Cardones
PE-73
LOCALIDAD Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-224
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 8 h 55
FECHA DE RECEPCION 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-01
FECHA DEL REPORTE 2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.72	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		6.97	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		558.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	56.68	mg.l ⁻¹	2.828	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	9.57	mg.l ⁻¹	0.788	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	50.50	mg.l ⁻¹	2.197	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	1.37	mg.l ⁻¹	0.035	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	25.48	mg.l ⁻¹	0.719	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	7.09	mg.l ⁻¹	0.114	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	18.95	mg.l ⁻¹	0.395	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	272.95	mg.l ⁻¹	4.474	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	180.81	mg.l ⁻¹	3.616	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	223.70	mg.l ⁻¹	4.474	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	92.53	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	< 0.003	mg.l ⁻¹		
3	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.47	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	< 0.04	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.24	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.26	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 26.5 °C Coordenadas = UTM N: 1424136
Conductividad = 548.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 602206
pH = 6.7 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
ciraqh@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo excavado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Los Cardones

LOCALIDAD

PE-73
Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-224

FECHA DE MUESTREO

2002-07-01

HORA DE MUESTREO

8 h 55

FECHA DE RECEPCION

2002-07-01

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-01

FECHA DEL REPORTE

2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		398.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		390.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		7.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.120	mg.l ⁻¹	
27	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.093	mg.l ⁻¹	
28	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.081	mg.l ⁻¹	
29	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		5.74	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Chaguitillo

PP-S1

LOCALIDAD

Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-225

FECHA DE MUESTREO

2002-07-01

HORA DE MUESTREO

9 h 35

FECHA DE RECEPCION

2002-07-01

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-01

FECHA DEL REPORTE

2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		438.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		435.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		3.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.013	mg.l ⁻¹	
27	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
28	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
29	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		5.74	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



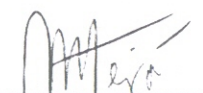
Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Chaguitillo
	PP-S1
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-225
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	9 h 35
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.24	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.62	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		685.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	80.56	mg.l ⁻¹	4.020	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	20.37	mg.l ⁻¹	1.676	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	46.50	mg.l ⁻¹	2.023	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	2.06	mg.l ⁻¹	0.053	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	11.85	mg.l ⁻¹	0.334	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.66	mg.l ⁻¹	0.027	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	25.20	mg.l ⁻¹	0.524	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	427.54	mg.l ⁻¹	7.007	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	284.85	mg.l ⁻¹	5.697	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	350.35	mg.l ⁻¹	7.007	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	63.06	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	< 0.003	mg.l ⁻¹		
	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.20	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	< 0.04	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.25	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.77	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 28.8 °C Coordenadas = UTM N: 1426437
Conductividad = 707.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 599689
pH = 7.3 Unidades de pH


Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cable.net.com.ni

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Finca Las Delicias

Pozo de Riego PP-7

LOCALIDAD

Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-226

FECHA DE MUESTREO

2002-07-01

HORA DE MUESTREO

10 h 20

FECHA DE RECEPCION

2002-07-01

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-01

FECHA DEL REPORTE


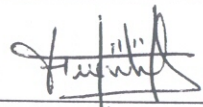
2002-08-15

No Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23 SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		334.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24 SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		314.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25 SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		20.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26 FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
27 FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
28 ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
29 OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		2.67	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

 Lic. Mario Mejía Téllez Investigador - Analista	 Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa del Dpto. de Hidroquímica cirahq@cable.net.com.ni
---	---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Finca Las Delicias
	Pozo de Riego PP-7
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-226
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	10 h 20
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

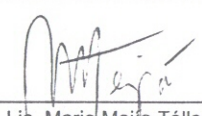
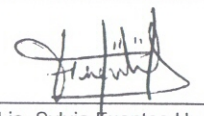
No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.64	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.55	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		484.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	55.06	mg.l ⁻¹	2.747	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	13.26	mg.l ⁻¹	1.091	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	33.15	mg.l ⁻¹	1.442	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	2.16	mg.l ⁻¹	0.055	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	7.09	mg.l ⁻¹	0.200	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.46	mg.l ⁻¹	0.023	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	16.63	mg.l ⁻¹	0.346	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	297.53	mg.l ⁻¹	4.876	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	191.92	mg.l ⁻¹	3.838	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	243.80	mg.l ⁻¹	4.876	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	65.56	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	< 0.003	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.107	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.18	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	< 0.04	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.16	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.02	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.5 °C Coordinadas = UTM N: 1426296
Conductividad = 493.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 598951
pH = 7.3 Unidades de pH

Referencias:

- ¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.
² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

	
Lic. Mario Mejía Téllez Investigador - Analista	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa del Dpto. de Hidroquímica cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Río Grande de Matagalpa
Punto Las Calabazas parte alta
LOCALIDAD Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-227
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 11 h 20
FECHA DE RECEPCION 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-01
FECHA DEL REPORTE 2002-08-15

Ítem	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		103.40	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		8.19	Unds. de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		212.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		60.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	20.24	mg.l ⁻¹	1.010	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	5.40	mg.l ⁻¹	0.444	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	13.88	mg.l ⁻¹	0.604	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.22	mg.l ⁻¹	0.108	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	10.83	mg.l ⁻¹	0.306	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	3.26	mg.l ⁻¹	0.052	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	7.54	mg.l ⁻¹	0.157	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	95.73	mg.l ⁻¹	1.569	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	72.73	mg.l ⁻¹	1.454	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	78.45	mg.l ⁻¹	1.569	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	40.34	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.087	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.18	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	5.90	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.09	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.93	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 28.1 °C Coordenadas = UTM N: 1419608
Conductividad = 209.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 600493
pH = 7.7 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Rio Grande de Matagalpa
	Puente Las Calabazas parte alta
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-227
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	11 h 20
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		294.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		156.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		138.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	4.6	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	38.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.241	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.180	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.154	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.79	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Lic. Marid Mejía Téllez
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Río Viejo parte alta Las Tunas
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-228
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	13 h 00
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

Ítem	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		71.80	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		8.10	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		146.70	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		100.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	12.96	mg.l ⁻¹	0.647	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	3.68	mg.l ⁻¹	0.303	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	10.56	mg.l ⁻¹	0.459	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.51	mg.l ⁻¹	0.115	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	7.56	mg.l ⁻¹	0.213	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.88	mg.l ⁻¹	0.030	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	4.25	mg.l ⁻¹	0.088	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	67.27	mg.l ⁻¹	1.102	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	47.47	mg.l ⁻¹	0.949	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	55.10	mg.l ⁻¹	1.102	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	38.01	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.050	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.05	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	2.90	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.05	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		3.08	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 29.2 °C Coordenadas = UTM N: 1429002
Conductividad = 143.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 594277
pH = 7.4 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Marié Mejía Téllez
Investigador Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cable.net.ni



CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82

Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Río Viejo parte alta
	Las Tunas
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-228
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	13 h 00
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		187.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		116.52	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540-D ¹		70.48	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	5210 ¹	1.0	3.07	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	5210-D ¹	10.0	24.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.137	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.081	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.078	mg.l ⁻¹	
31	OXÍGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.79	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez Investigador - Analista	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa del Dpto. de Hidroquímica cirahq@cable.net.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Pozo perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Las Conchitas
PP-19
LOCALIDAD Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-229
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 14 h 10
FECHA DE RECEPCION 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-01
FECHA DEL REPORTE 2002-08-15

Parámetros	Método	Limite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1 TURBIDEZ	2130.B ¹		4.35	UNT		0.05 a 900.00
2 pH	4500-H.B ¹		7.13	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3 CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		428.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4 COLOR VERDADERO	2120.B ¹		5.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5 CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	38.86	mg.l ⁻¹	1.939	
6 MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	16.94	mg.l ⁻¹	1.394	
7 SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	27.20	mg.l ⁻¹	1.183	
8 POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	2.25	mg.l ⁻¹	0.058	
9 CLORUROS	4110.B ¹	0.25	9.33	mg.l ⁻¹	0.263	
10 NITRATOS	4110.B ¹	0.05	9.16	mg.l ⁻¹	0.148	
11 SULFATOS	4110.B ¹	0.25	12.43	mg.l ⁻¹	0.259	
12 CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13 BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	241.91	mg.l ⁻¹	3.965	
14 DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	166.67	mg.l ⁻¹	3.333	
15 ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	198.25	mg.l ⁻¹	3.965	
16 ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17 SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	84.47	mg.l ⁻¹		
18 NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.019	mg.l ⁻¹		
19 AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.026	mg.l ⁻¹		
1 FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.21	mg.l ⁻¹		
21 HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	0.42	mg.l ⁻¹		
22 BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.16	mg.l ⁻¹		
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.66	%		


DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

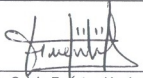
Temperatura = 27.5 °C Coordenadas = UTM N: 1425239
Conductividad = 426.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 594638
pH = 6.4 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Las Conchitas
	PP-19
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-229
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	14 h 10
FECHA DE RECEPCION	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-01
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		298.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		296.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		2.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.091	mg.l ⁻¹	
27	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.087	mg.l ⁻¹	
28	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.084	mg.l ⁻¹	
29	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		4.92	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Lic. Mario Mejía Téllez
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

LOCALIDAD

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

FECHA DE MUESTREO

HORA DE MUESTREO

FECHA DE RECEPCION

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

FECHA DEL REPORTE

AGUA

Rio

Rio Viejo parte media

Paso Real No. 2

San Isidro, Matagalpa

HQ-AN-233

2002-07-02

9 h 39

2002-07-02

2002-07-02

2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		84.40	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.84	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		143.50	µS.cm ⁻¹		0.01 a 2000000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		100.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	12.48	mg.l ⁻¹	0.622	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	4.28	mg.l ⁻¹	0.352	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	10.08	mg.l ⁻¹	0.438	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.41	mg.l ⁻¹	0.113	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	9.16	mg.l ⁻¹	0.258	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.80	mg.l ⁻¹	0.029	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	3.78	mg.l ⁻¹	0.077	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	75.74	mg.l ⁻¹	1.242	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	48.70	mg.l ⁻¹	0.974	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	62.10	mg.l ⁻¹	1.242	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	35.95	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.019	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.05	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	4.20	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.1	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.29	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

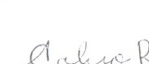
Temperatura = 26.2 °C

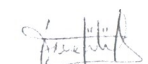
Coordenadas = UTM N: 1419427

Conductividad = 140.0 µS.cm⁻¹

UTM E: 589795

pH = 7.5 Unidades de pH


 Lic. Sandra Calero Rocha
 Investigador - Analista

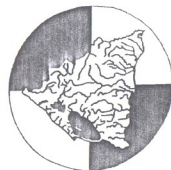

 Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
 Jefa del Dpto. de Hidroquímica
 cirahq@cablenet.com.ni

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. Washington: APHA

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni



CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82

Resultados Analíticos Físico Químicos

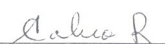
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Río Viejo parte media
	Paso Real No. 2
LOCALIDAD	San Isidro, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-233
FECHA DE MUESTREO	2002-07-02
HORA DE MUESTREO	9 h 39
FECHA DE RECEPCION	2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-02
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		244.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		119.25	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540-D ¹		124.75	mg.l ⁻¹	5.00 a 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	1.7	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	36.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.180	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.112	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.084	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.37	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2-786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Pozo Excavado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Hacienda San Benito
LOCALIDAD PE-58, Pista de Fumigación
Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-234
FECHA DE MUESTREO 2002-07-02
HORA DE MUESTREO 11 h 00
FECHA DE RECEPCION 2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-02
FECHA DEL REPORTE 2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		26.40	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.55	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 26.4 °C	2510.B ¹		411.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		25.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	40.56	mg.l ⁻¹	2.024	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	14.28	mg.l ⁻¹	1.176	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	19.80	mg.l ⁻¹	0.861	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.80	mg.l ⁻¹	0.122	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	7.30	mg.l ⁻¹	0.206	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	13.80	mg.l ⁻¹	0.222	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	82.47	mg.l ⁻¹	1.717	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	120.15	mg.l ⁻¹	1.969	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	160.00	mg.l ⁻¹	3.200	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	98.45	mg.l ⁻¹	1.969	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	34.30	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.294	mg.l ⁻¹		
	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.47	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.38	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	1.41	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.17	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.83	%		

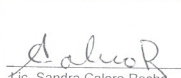
DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

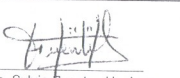
Temperatura = 26.4 °C Coordenadas = UTM N: 1421991
Conductividad = 380.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 591720
pH = 7.2 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1990). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodér, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España. Ediciones Omega.


Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

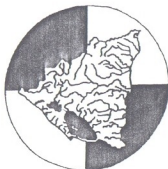
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Excavado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Hacienda San Benito

PE-58, Pista de Fumigación

LOCALIDAD

Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-234

FECHA DE MUESTREO

2002-07-02

HORA DE MUESTREO

11 h 00

FECHA DE RECEPCION

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE

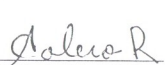
2002-08-15

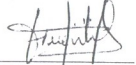
No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		388.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		319.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		69.00	mg.l ⁻¹	5.00 a 20000.00
26	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	2.300	mg.l ⁻¹	
27	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	2.144	mg.l ⁻¹	
28	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	1.340	mg.l ⁻¹	
29	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		6.35	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Pozo Perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Pozo Comunal
PP-42, La majadita
LOCALIDAD San Isidro, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-235
FECHA DE MUESTREO 2002-07-02
HORA DE MUESTREO 12 h 10
FECHA DE RECEPCION 2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-02
FECHA DEL REPORTE 2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.41	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.67	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 23.8 °C	2510.B ¹		1148.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	70.20	mg.l ⁻¹	3.503	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	16.66	mg.l ⁻¹	1.372	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	148.50	mg.l ⁻¹	6.460	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	2.94	mg.l ⁻¹	0.075	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	141.24	mg.l ⁻¹	3.984	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.65	mg.l ⁻¹	0.027	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	184.07	mg.l ⁻¹	3.832	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	263.81	mg.l ⁻¹	4.324	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	243.75	mg.l ⁻¹	4.875	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	216.20	mg.l ⁻¹	4.324	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	88.40	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.003	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.244	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.34	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	< 0.04	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.21	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		3.21	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 32.2 °C Coordenadas = UTM N: 1416708
Conductividad = 1140.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 587637
pH = 7.4 Unidades de pH


Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni



CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82

Resultados Analíticos Físico Químicos

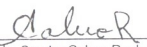
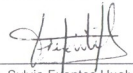
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Pozo Comunal
	PP-42, La majadita
LOCALIDAD	San Isidro, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-235
FECHA DE MUESTREO	2002-07-02
HORA DE MUESTREO	12 h 10
FECHA DE RECEPCION	2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-02
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Limite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		771.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		763.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		8.00	mg.l ⁻¹	5.00 a 20000.00
26	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
27	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
28	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
29	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		5.12	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar. España: Ediciones Omega.

	
Lic. Sandra Calero Rocha Investigador - Analista	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa del Dpto. de Hidroquímica cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Río Viejo parte baja Comunidad La Majadita
LOCALIDAD	San Isidro, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-236
FECHA DE MUESTREO	2002-07-02
HORA DE MUESTREO	1 h 00
FECHA DE RECEPCION	2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-02
FECHA DEL REPORTE	2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		77.70	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.88	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		148.30	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		80.00	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	12.48	mg.l ⁻¹	0.622	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	4.28	mg.l ⁻¹	0.352	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	10.18	mg.l ⁻¹	0.443	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.51	mg.l ⁻¹	0.115	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	7.90	mg.l ⁻¹	0.222	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	1.92	mg.l ⁻¹	0.030	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	4.80	mg.l ⁻¹	0.100	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	75.74	mg.l ⁻¹	1.242	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	48.75	mg.l ⁻¹	0.975	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	62.10	mg.l ⁻¹	1.242	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	37.28	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.021	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	< 0.03	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	3.84	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.1	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.95	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 28.2 °C

Coordenadas = UTM N: 1416437

Conductividad = 130.0 µS.cm⁻¹

UTM E: 587818

pH = 7.5 Unidades de pH

Lic. Sandra Calero Rocha Investigador - Analista	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa del Dpto. de Hidroquímica cirahq@cable.net.com.ni

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Río

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Río Viejo parte baja

Comunidad La Majadita

LOCALIDAD

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-236

FECHA DE MUESTREO

2002-07-02

HORA DE MUESTREO

1 h 00

FECHA DE RECEPCION

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE

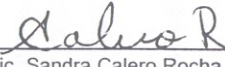
2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		198.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		120.61	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		77.39	mg.l ⁻¹	5.00 a 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	2.29	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	34.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.175	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.083	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.078	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		6.76	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Comunidad La Lagunita

LOCALIDAD

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-237

FECHA DE MUESTREO

2002-07-02

HORA DE MUESTREO

14 h 35

FECHA DE RECEPCION

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE

2002-08-15

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.79	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.48	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 24.0 °C	2510.B ¹		1039.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	42.12	mg.l ⁻¹	2.102	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	6.20	mg.l ⁻¹	0.511	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	188.50	mg.l ⁻¹	8.200	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	2.94	mg.l ⁻¹	0.075	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	97.02	mg.l ⁻¹	2.737	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	2.19	mg.l ⁻¹	0.035	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	29.01	mg.l ⁻¹	0.603	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	509.34	mg.l ⁻¹	8.348	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	130.65	mg.l ⁻¹	2.613	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	417.40	mg.l ⁻¹	8.348	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	93.77	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.003	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.89	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	0.22	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.14	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		3.69	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 31.7 °C

Coordenadas = UTM N: 1423774

Conductividad = 1300.0 µS.cm⁻¹

UTM E: 586496

pH = 7.2 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Sandra R
Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista

Sylvia Fuentes
Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Comunidad La Lagunita

PP - 95

LOCALIDAD

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-237

FECHA DE MUESTREO

2002-07-02

HORA DE MUESTREO

14 h 35

FECHA DE RECEPCION

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE

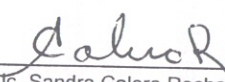
2002-08-15

No Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23 SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		682.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24 SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		656.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25 SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		26.00	mg.l ⁻¹	5.00 a 20000.00
26 FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.007	mg.l ⁻¹	
27 FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
28 ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹	
29 OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		3.07	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

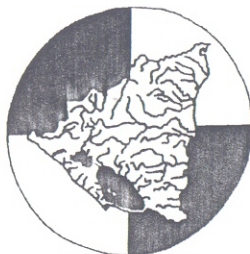

Lic. Sandra Calero Rocha
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefa del Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Río Grande de Matagalpa
Parte Alta - La Chimpinilla
LOCALIDAD Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-238
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 09 h 45
FECHA DE RECEPCION 2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-04
FECHA DEL REPORTE 2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		76.40	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		8.13	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		216.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		50.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	21.86	mg.l ⁻¹	1.091	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	4.91	mg.l ⁻¹	0.404	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	14.26	mg.l ⁻¹	0.620	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.31	mg.l ⁻¹	0.110	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	12.57	mg.l ⁻¹	0.345	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	3.63	mg.l ⁻¹	0.056	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	8.09	mg.l ⁻¹	0.168	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	98.03	mg.l ⁻¹	1.607	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	74.74	mg.l ⁻¹	1.494	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	80.35	mg.l ⁻¹	1.607	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	42.37	mg.l ⁻¹		
8	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.044	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.24	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	4.25	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.14	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.11	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 25.8 °C Coordenadas = UTM N: 1419647
Conductividad = 216.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 592152
pH = 7.4 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Río

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Río Grande de Matagalpa

Parte Alta - La Chimpinilla

LOCALIDAD

Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-238

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

09 h 45

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE


2002-08-20

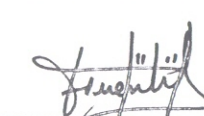
No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		264.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		160.45	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		103.55	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	2.90	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	30.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.285	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.192	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.157	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.57	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

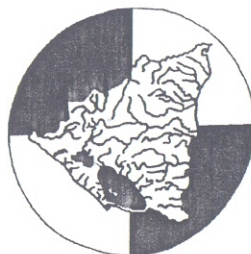

 Ing. Juliette Molina Marcia
 Investigador - Analista


 Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
 Jefe Dpto. de Hidroquímica
 cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE Río Grande de Matagalpa
El Limón-Después de Sébaco
LOCALIDAD Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-239
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 12 h 25
FECHA DE RECEPCION 2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-04
FECHA DEL REPORTE 2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		65.40	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		8.26	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		213.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	21.45	mg.l ⁻¹	1.070	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	4.42	mg.l ⁻¹	0.364	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	14.06	mg.l ⁻¹	0.612	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.31	mg.l ⁻¹	0.110	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	12.50	mg.l ⁻¹	0.352	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	3.67	mg.l ⁻¹	0.059	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	9.20	mg.l ⁻¹	0.191	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	94.83	mg.l ⁻¹	1.554	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	71.71	mg.l ⁻¹	1.434	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	77.70	mg.l ⁻¹	1.554	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	38.96	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.043	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.024	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.26	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	3.10	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.12	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.00	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.7 °C
Conductividad = 209.0 µS.cm⁻¹
pH = 7.5 Unidades de pH
Coordenadas = UTM N: 1420439
UTM E: 594220

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junete Molina Marcia
Investigador - Analista
Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

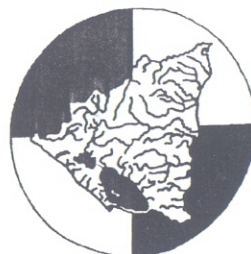
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos


MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Río
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Río Grande de Matagalpa
	El Limón-Después de Sébaco
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-239
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	12 h 25
FECHA DE RECEPCION	2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-04
FECHA DEL REPORTE	2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		255.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		175.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		80.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	2.32	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	36.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.224	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.179	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.146	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.78	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega


Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Pozo Comunal
	Río Nuevo # 2 - PP
LOCALIDAD	Sébaco, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-240
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	13 h 35
FECHA DE RECEPCION	2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-04
FECHA DEL REPORTE	2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		1.05	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.51	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		386.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	44.93	mg.l ⁻¹	2.242	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	11.29	mg.l ⁻¹	0.929	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	19.73	mg.l ⁻¹	0.858	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	3.04	mg.l ⁻¹	0.078	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	17.64	mg.l ⁻¹	0.498	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	2.14	mg.l ⁻¹	0.034	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	9.47	mg.l ⁻¹	0.197	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	212.72	mg.l ⁻¹	3.486	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	158.57	mg.l ⁻¹	3.171	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	174.32	mg.l ⁻¹	3.486	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	62.35	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	< 0.003	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.23	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	0.08	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.15	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.30	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.3 °C Coordenadas = UTM N: 1420032
Conductividad = 392.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 595271
pH = 6.9 Unidades de pH

Referencias:

- ¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.
² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junette Molina Marcia Investigador - Analista	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefe Dpto. de Hidroquímica cirahq@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Pozo Comunal

LOCALIDAD

Río Nuevo # 2 - PP

Sébaco, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-240

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

13 h 35

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE


2002-08-20

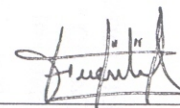
No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		266.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		254.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		12.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	---	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	---	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.121	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.102	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.075	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		6.34	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Puentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni



CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82

Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	PP -12
LOCALIDAD	Comunidad Sabana Verde Ciudad Darío, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-241
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	16 h 55
FECHA DE RECEPCION	2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-04
FECHA DEL REPORTE	2002-08-20

o Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1 TURBIDEZ	2130.B ¹		1.65	UNT		0.05 a 900.00
2 pH	4500-H.B ¹		7.58	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3 CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		507.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4 COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5 CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	61.53	mg.l ⁻¹	3.070	
6 MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	13.99	mg.l ⁻¹	1.151	
7 SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	30.70	mg.l ⁻¹	1.335	
8 POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.22	mg.l ⁻¹	0.108	
9 CLORUROS	4110.B ¹	0.25	14.14	mg.l ⁻¹	0.399	
10 NITRATOS	4110.B ¹	0.05	4.46	mg.l ⁻¹	0.071	
11 SULFATOS	4110.B ¹	0.25	20.02	mg.l ⁻¹	0.417	
12 CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13 BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	289.60	mg.l ⁻¹	4.747	
14 DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	211.09	mg.l ⁻¹	4.221	
15 ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	237.35	mg.l ⁻¹	4.747	
16 ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17 SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	82.10	mg.l ⁻¹		
18 NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.005	mg.l ⁻¹		
19 AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.008	mg.l ⁻¹		
20 FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.21	mg.l ⁻¹		
21 HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	0.19	mg.l ⁻¹		
22 BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.09	mg.l ⁻¹		
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.27	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.8 °C Coordenadas = UTM N: 1414899
Conductividad = 518.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 592775
pH = 7.1 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

PP -12

LOCALIDAD

Comunidad Sabana Verde

Ciudad Darío, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-241

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

16 h 55

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE

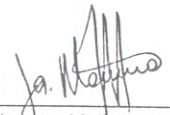
2002-08-20

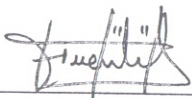
No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		359.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		352.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		7.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	---	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	---	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.022	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.020	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.011	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		3.48	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

PE - 83

LOCALIDAD

Comunidad Las Tunas
 Ciudad Dario, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-242

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

17 h 20

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE

2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.60	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.78	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		807.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	98.77	mg.l ⁻¹	4.929	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	22.33	mg.l ⁻¹	1.838	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	54.50	mg.l ⁻¹	2.371	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	1.47	mg.l ⁻¹	0.038	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	40.70	mg.l ⁻¹	1.148	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	20.77	mg.l ⁻¹	0.335	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	36.80	mg.l ⁻¹	0.766	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	432.48	mg.l ⁻¹	7.088	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	338.35	mg.l ⁻¹	6.767	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	354.40	mg.l ⁻¹	7.088	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	91.93	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.006	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	< 0.005	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.41	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	0.11	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.23	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.87	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.0 °C

Coordenadas = UTM N: 1415056

Conductividad = 841.0 µS.cm⁻¹

UTM E: 594861

pH = 7.3 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junette Molina Marcia
 Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
 Jefe Dpto. de Hidroquímica
 cirahq@cablenet.com.ni

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)**

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

PE - 83

LOCALIDAD

Comunidad Las Tunas

Ciudad Darío, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-242

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

17 h 20

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE

2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		558.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		553.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540.D ¹		5.50	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	---	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	---	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.142	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.140	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.114	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		6.34	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Junette Molina Marcia
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA AGUA
FUENTE Pozo Perforado
IDENTIFICACION DEL CLIENTE PP - INAA
LOCALIDAD Comunidad Santa Isabel
Ciudad Darío, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO HQ-AN-243
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 18 h 00
FECHA DE RECEPCION 2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS 2002-07-04
FECHA DEL REPORTE 2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1	TURBIDEZ	2130.B ¹		0.27	UNT		0.05 a 900.00
2	pH	4500-H.B ¹		7.18	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3	CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		496.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4	COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< 5.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5	CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	59.91	mg.l ⁻¹	2.990	
6	MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	14.97	mg.l ⁻¹	1.232	
7	SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	24.15	mg.l ⁻¹	1.051	
8	POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	3.63	mg.l ⁻¹	0.093	
9	CLORUROS	4110.B ¹	0.25	19.11	mg.l ⁻¹	0.539	
10	NITRATOS	4110.B ¹	0.05	15.24	mg.l ⁻¹	0.246	
11	SULFATOS	4110.B ¹	0.25	16.97	mg.l ⁻¹	0.353	
12	CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13	BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	263.97	mg.l ⁻¹	4.326	
14	DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	211.09	mg.l ⁻¹	4.222	
15	ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	216.30	mg.l ⁻¹	4.326	
16	ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17	SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	73.20	mg.l ⁻¹		
18	NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	< 0.003	mg.l ⁻¹		
19	AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.037	mg.l ⁻¹		
20	FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.20	mg.l ⁻¹		
21	HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	< 0.04	mg.l ⁻¹		
22	BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.15	mg.l ⁻¹		
	BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0.90	%		


DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

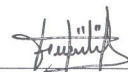
Temperatura = 27.8 °C Coordenadas = UTM N: 1417245
Conductividad = 504.0 µS.cm⁻¹ UTM E: 595279
pH = 7.0 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.


Ing. Jurette Molina Marcia
Investigador - Analista


Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA

AGUA

FUENTE

Pozo Perforado

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

PP - INAA

Comunidad Santa Isabel

LOCALIDAD

Ciudad Darío, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO

HQ-AN-243

FECHA DE MUESTREO

2002-07-03

HORA DE MUESTREO

18 h 00

FECHA DE RECEPCION

2002-07-04

FECHA DE INICIO DEL ANALISIS

2002-07-04

FECHA DEL REPORTE

2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		342.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		325.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540-D ¹		17.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	---	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	---	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.062	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.046	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.037	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		5.93	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA) (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

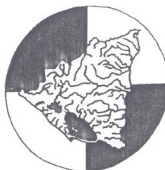
² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Juliette Molina Marcia
Investigador - Analista

Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Jefe Dpto. de Hidroquímica
cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte
TELS: (505) 2 786 981; (505)2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa María González
Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Rio
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Rio Grande de Matagalpa
	Parte baja
LOCALIDAD	Ciudad Dario, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-244
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	18 h 45
FECHA DE RECEPCION	2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-04
FECHA DEL REPORTE	2002-08-20

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección
1 TURBIDEZ	2130.B ¹		54.80	UNT		0.05 a 900.00
2 pH	4500-H.B ¹		8.06	Unds.de pH		0.10 a 14.00
3 CONDUCTIVIDAD A 21.6 °C	2510.B ¹		233.00	µS.cm ⁻¹		0.01 a 200000.00
4 COLOR VERDADERO	2120.B ¹		40.0	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5.0 - 70.0
5 CALCIO	3500-Ca.D ¹	0.08	22.26	mg.l ⁻¹	1.111	
6 MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0.20	5.40	mg.l ⁻¹	0.444	
7 SODIO	3500-Na.B ¹	0.18	16.85	mg.l ⁻¹	0.733	
8 POTASIO	3500-K.D ¹	0.10	4.61	mg.l ⁻¹	0.118	
9 CLORUROS	4110.B ¹	0.25	13.01	mg.l ⁻¹	0.367	
10 NITRATOS	4110.B ¹	0.05	3.60	mg.l ⁻¹	0.058	
11 SULFATOS	4110.B ¹	0.25	9.02	mg.l ⁻¹	0.188	
12 CARBONATOS	2320.B ¹	2.00	< 2.00	mg.l ⁻¹		
13 BICARBONATOS	2320.B ¹	0.75	105.72	mg.l ⁻¹	1.733	
14 DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0.13	77.77	mg.l ⁻¹	1.555	
15 ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0.62	86.65	mg.l ⁻¹	1.733	
16 ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1.67	< 1.67	mg.l ⁻¹		
17 SILICE DISUELTO	4500-Si.D ¹	0.20	40.08	mg.l ⁻¹		
18 NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0.003	0.034	mg.l ⁻¹		
19 AMONIO	Azul de Indofenol ²	0.005	0.077	mg.l ⁻¹		
20 FLUORUROS	4500-F.D ¹	0.03	0.18	mg.l ⁻¹		
21 HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0.04	2.80	mg.l ⁻¹		
22 BORO	4500-B.B ¹	0.02	0.21	mg.l ⁻¹		
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		1.26	%		

DATOS DE CAMPO, SUMINISTRADOS POR EL INTERESADO

Temperatura = 27.0 °C

Coordenadas = UTM N: 1406265

Conductividad = 228.0 µS.cm⁻¹

UTM E: 595507

pH = 7.7 Unidades de pH

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

Ing. Juanita Marina Marcia	Lic. Sylvia Fuentes Huelvas
Investigador - Analista	Jefe Dpto. de Hidroquímica
	cirahq@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN
RECURSOS ACUATICOS DE NICARAGUA (CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m. al Norte

TELS: (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

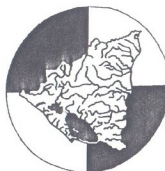
correo electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Lic. Rosa María González

Telf.: 2 -786981-82



Resultados Analíticos Físico Químicos

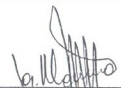

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA
FUENTE	Rio
IDENTIFICACION DEL CLIENTE	Rio Grande de Matagalpa
	Parte baja
LOCALIDAD	Ciudad Darío, Matagalpa
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO	HQ-AN-244
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	18 h 45
FECHA DE RECEPCION	2002-07-04
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2002-07-04
FECHA DEL REPORTE	2002-08-20

No	Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Rango de Detección
23	SOLIDOS TOTALES	2540-B ¹		222.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
24	SOLIDOS DISUELTOS	2540-C ¹		194.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
25	SÓLIDOS SUSPENSOS	2540-D ¹		28.00	mg.l ⁻¹	Hasta 20000.00
26	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	5210 ¹	1.0	2.61	mg.l ⁻¹	
27	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	5210-D ¹	10.0	28.00	mg.l ⁻¹	
28	FOSFORO TOTAL	4500.P.B-E ¹	0.005	0.253	mg.l ⁻¹	
29	FOSFORO TOTAL DISUELTO	4500.P.B-E ¹	0.005	0.209	mg.l ⁻¹	
30	ORTOFOSFATO	4500.P.E ¹	0.005	0.170	mg.l ⁻¹	
31	OXIGENO DISUELTO	4500.O.C ¹		7.37	mg.l ⁻¹	0.20 a 25.00

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th. Ed. Washington: APHA.

² Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas naturales, residuales y agua de mar*. España: Ediciones Omega.

 Ing. Jurette Molina Marcia Investigador - Analista	 Lic. Sylvia Fuentes Huelvas Jefe Dpto. de Hidroquímica cirahq@cablenet.com.ni
---	--

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte

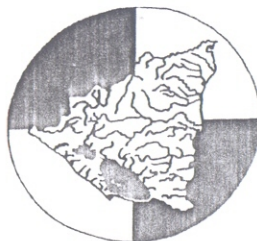
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

Agua Subterránea

Pozo

PE - 73

Los Cardones

Sébaco, Matagalpa

MP-CG-039

2002-07-01

08 h 55

2002-07-01

2002-07-01

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del limite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte

TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

Agua Subterránea
Pozo

PE - 73

Los Cardones

Sébaco, Matagalpa

MP-CG-039

2002-07-01

08 h 55

2002-07-01

2002-07-01

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Dépto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Superficial

FUENTE:

Río

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Río Grande de Matagalpa

Parte baja

LOCALIDAD:

Ciudad Darío, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-056

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-03

HORA DE MUESTREO:

18 h 45

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-03

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	0.65
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
1 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Dépto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial

Río

Río Grande de Matagalpa

Parte baja

Ciudad Darío, Matagalpa

MP-CG-056

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-03

HORA DE MUESTREO:

18 h 45

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-03

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocal	S.Jensen.et al,1983. ¹	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled		25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

PP - INAA

Comunidad Santa Isabel
Ciudad Darío, Matagalpa

MP-CG-055

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-03

HORA DE MUESTREO:

18 h 00

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-03

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

PP - INAA

LOCALIDAD:

Comunidad Santa Isabel

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

Ciudad Dario, Matagalpa

FECHA DE MUESTREO:

MP-CG-055

HORA DE MUESTREO:

2002-07-03

FECHA DE RECEPCIÓN:

18 h 00

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-07-03

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	<Id
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	1,163.22
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del limite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCOLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo
PE - 83
Las Tunas
Ciudad Darío, Matagalpa
MP-CG-054
2002-07-03
17 h 20
2002-07-03
2002-07-03
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	0.29
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

PE - 83

Las Tunas

Ciudad Darío, Matagalpa

MP-CG-054

2002-07-03

17 h 20

2002-07-03

2002-07-03

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Dépto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo
PP - 12
Comunal Sabana Verde
Ciudad Darío, Matagalpa
MP-CG-053
2002-07-03
16 h 55
2002-07-03
2002-07-03
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

PP - 12

Comunal Sabana Verde

Ciudad Darío, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-053

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-03

HORA DE MUESTREO:

16 h 55

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-03

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	35.79
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCOLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

PP - Comunal
Río Nuevo #2
Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

MP-CG-052
2002-07-03
13 h 35
2002-07-03
2002-07-03
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	0.61
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	0.52
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

Agua Subterránea
Pozo

PP - Comunal
Río Nuevo #2
Sébaco, Matagalpa

MP-CG-052

2002-07-03

13 h 35

2002-07-03

2002-07-03

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	1,502.97
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCOLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial
Río
Rio Grande de Matagalpa
Después del poblado de Sébaco
Sébaco, Matagalpa
MP-CG-051
2002-07-03
12 h 25
2002-07-03
2002-07-03
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	0.67
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	0.48
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	0.42
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Agua Superficial

Río

Río Grande de Matagalpa
Después del poblado de Sébaco

Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

MP-CG-051

2002-07-03

12 h 25

2002-07-03

2002-07-03

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et al,1983. ¹	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled		25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	1,393.86
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte

TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Agua Superficial

Río

Río Grande de Matagalpa

Parte media

Sébaco, Matagalpa

MP-CG-050

2002-07-03

09 h 45

2002-07-03

2002-07-03

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	0.42
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	0.45
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.

Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.

J° Depto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Superficial

FUENTE:

Río

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Río Grande de Matagalpa

Parte media

Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-050

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-03

HORA DE MUESTREO:

09 h 45

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-03

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-03

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Rafael Alvarado T.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

PP - 95

La Lagunita

San Isidro, Matagalpa

MP-CG-049

2002-07-02

14 h 30

2002-07-02

2002-07-02

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	0.20
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armándo López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte

TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

PP - 95

La Lagunita

LOCALIDAD:

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-049

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-02

HORA DE MUESTREO:

14 h 30

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	34.54
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

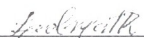
<ld: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial
Río
Río Viejo parte baja

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS:
FECHA DEL REPORTE:

San Isidro, Matagalpa
MP-CG-048
2002-07-02
13 h 00
2002-07-02
2002-07-02
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	1.17
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	1.06
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

nn: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

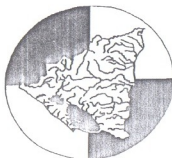
¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Superficial

FUENTE:

Rio

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Rio Viejo parte baja

LOCALIDAD:

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-048

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-02

HORA DE MUESTREO:

13 h 00

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	65.39
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCORORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea

Pozo

PP - 42

La Majadita

San Isidro, Matagalpa

MP-CG-047

2002-07-02

12 h 10

2002-07-02

2002-07-02

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	2.15
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	13.47
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	11.43
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea
Pozo

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

PP - 42

La Majadita

San Isidro, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-047

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-02

HORA DE MUESTREO:

12 h 10

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocal	S.Jensen.et al,1983. ¹	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled		25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	192.48
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección


<ld: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo
PE - 58
Hacienda San Benito Sébaco
Sébaco, Matagalpa
MP-CG-046
2002-07-02
11 h 00
2002-07-02
2002-07-02
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	1,409.50
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	217.82
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	1,746.42
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	151.23
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

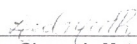
<Id: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Subterránea

FUENTE:

Pozo

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

PE - 58

Hacienda San Benito, Sébaco

Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-046

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-02

HORA DE MUESTREO:

11 h 00

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	1,503.88
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	16,385.87
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial
Rio

Río viejo parte media

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

San Isidro, Matagalpa
MP-CG-045
2002-07-02
09 h 39
2002-07-02
2002-07-02
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et al,1983. ¹	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC		0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
3 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua Superficial

FUENTE:

Río

IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Río viejo parte media

LOCALIDAD:

San Isidro, Matagalpa

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-045

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-02

HORA DE MUESTREO:

09 h 39

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-02

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-02

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Díazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

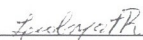
<Id: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCLOREDOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

FUENTE:

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea

Pozo

PP - 19

Comunidad Las Conchitas

Sébaco, Matagalpa

MP-CG-044

2002-07-01

14 h 10

2002-07-01

2002-07-01

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo
PP - 19
Comunidad Las Conchitas
Sébaco, Matagalpa
MP-CG-044
2002-07-01
14 h 10
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
				ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Giocondá Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCOLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial
Río

Río viejo parte alta

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

Sébaco, Matagalpa
MP-CG-043
2002-07-01
13 h 00
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
13 pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Superficial
Río
Río viejo parte alta

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

Sébaco, Matagalpa
MP-CG-043
2002-07-01
13 h 00
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

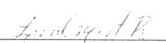
<Id: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua superficial

FUENTE:

Río

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Río grande de Matagalpa

Parte alta

Sébaco, Matagalpa

MP-CG-042

2002-07-01

11 h 20

2002-07-01

2002-07-01

2002-08-28

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

FECHA DE MUESTREO:

HORA DE MUESTREO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	0.72
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	1.10
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	1.77
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	0.55
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.

Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:

Agua superficial

FUENTE:

Río

IDENTIFICACION PROPORCIONADA

POR EL CLIENTE:

Río grande de Matagalpa

Parte alta

Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:

IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:

MP-CG-042

FECHA DE MUESTREO:

2002-07-01

HORA DE MUESTREO:

11 h 20

FECHA DE RECEPCIÓN:

2002-07-01

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:

2002-07-01

FECHA DEL REPORTE:

2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et al,1983. ¹	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled		25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	35.90
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección


<Id: El valor está por debajo del límite de detección.


n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.


Lic. Gioconda Matus R.
Investigador-Analista.


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOCLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

PP - 7
Finca Las Delicias
Sébaco, Matagalpa
MP-CG-041
2002-07-01
10 h 20
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	nd
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

PP - 7
Finca Las Delicias
Sébaco, Matagalpa

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

MP-CG-041
2002-07-01
10 h 20
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	nd
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic./ Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Deptó. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:



Programa de Maestría en Ciencias del Agua
Lic. Rosa María González
CIRA-UNAN

RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

PP - S1
Chagüitillo

Sébaco, Matagalpa
MP-CG-040

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

2002-07-01
09 h 35
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Alfa-BHC	S.Jensen.et	0.09	ng.l ⁻¹	nd
2 Beta-BHC	al,1983. ¹	0.82	ng.l ⁻¹	nd
3 Lindano		0.25	ng.l ⁻¹	nd
4 Delta-BHC		0.13	ng.l ⁻¹	nd
5 Heptacloro		0.16	ng.l ⁻¹	nd
6 Aldrin		0.41	ng.l ⁻¹	nd
7 Heptacloro-epóxido		0.13	ng.l ⁻¹	nd
8 Alfa-Endosulfano		0.19	ng.l ⁻¹	nd
9 Dieldrin		0.50	ng.l ⁻¹	0.52
10 pp-DDE		0.25	ng.l ⁻¹	nd
11 Endrin		0.38	ng.l ⁻¹	nd
12 Beta-Endosulfano		0.02	ng.l ⁻¹	nd
pp-DDD		1.04	ng.l ⁻¹	nd
14 pp-DDT		0.19	ng.l ⁻¹	nd
15 Toxafeno		8.70	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA(CIRA-UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

Programa de Maestría en Ciencias del Agua.
Lic. Rosa María Gonzalez.
CIRA - UNAN



RESULTADOS ANALÍTICOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS.

MATRIZ DE LA MUESTRA:
FUENTE:
IDENTIFICACION PROPORCIONADA
POR EL CLIENTE:

Agua Subterránea
Pozo

LOCALIDAD:
IDENTIFICACION DEL LABORATORIO:
FECHA DE MUESTREO:
HORA DE MUESTREO:
FECHA DE RECEPCIÓN:
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS:
FECHA DEL REPORTE:

PP - S1
Chagüitillo
Sébaco, Matagalpa
MP-CG-040
2002-07-01
09 h 35
2002-07-01
2002-07-01
2002-08-28

No. PARÁMETROS	Método	Límite de detección	Unidades	Resultados ng.l ⁻¹
1 Mocap	S.Jensen.et	50.00	ng.l ⁻¹	nd
2 Naled	al,1983. ¹	25.00	ng.l ⁻¹	nd
3 Terbufos		25.00	ng.l ⁻¹	nd
4 Diazinón		25.00	ng.l ⁻¹	nd
5 Metil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
6 Malatión		25.00	ng.l ⁻¹	nd
7 Fentión		50.00	ng.l ⁻¹	1,640.84
8 Etil-Paratión		15.00	ng.l ⁻¹	nd
9 DEF		15.00	ng.l ⁻¹	nd
10 Etión		20.00	ng.l ⁻¹	nd
11 Gutión		100.00	ng.l ⁻¹	nd
12 Zolone		15.00	ng.l ⁻¹	nd
13 Co-Ral		50.00	ng.l ⁻¹	nd

Claves:

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección.

n: Análisis no solicitado

nd: Analizado pero no detectado

Referencia:

¹ FAO Doc. N° Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático.

Lic. Jorge Cuadra L.
Investigador-Analista.

Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes.
Correo Electrónico: ciracg@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALITICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA
FUENTE Agua
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Los Cardónes PE-73
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa/Los Cardónes
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-130
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 8 h 55
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	2.79
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	3.99

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J^o Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALITICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Chagüitillo PP-51
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa/
Campo de Pozos Chagüitillo
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-131
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 9 h 35
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	1.58
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALITICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Finca Las Delicias PP-07
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa/Finca Las Delicias Chagüitillo
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-132
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 10 h 20
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	1.42
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	3.51

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando Lopéz G.
J' Depto./de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALITICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA
FUENTE Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Río Gande de Matagalpa
Parte Alta
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa / Puente
La Calabaza Sébaco
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-133
FECHA DE MUESTREO 2002-07-01
HORA DE MUESTREO 11 h 20
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	< Id
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	2.79

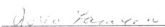
Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J^o Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	Río viejo
	Parte Alta
LOCALIDAD	Sébaco-Matagalpa/Río Viejo
	Parte Alta Las Tunas
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-134
FECHA DE MUESTREO	2002-07-01
HORA DE MUESTREO	13 h 00
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-07-24
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	< Id
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

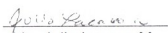
Claves


Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
Jr Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Comunidad Las Conchitas
PP-19

LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa/Comunidad Las Conchitas

IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-135

FECHA DE MUESTREO 2002-07-01

HORA DE MUESTREO 14 h 10

FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-01

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11

FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	2.78
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	2.07

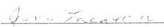
Claves


Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J^o Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

LOCALIDAD

IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA DE MUESTREO

HORA DE MUESTREO

FECHA DE RECEPCIÓN

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS

FECHA DEL REPORTE

Agua
Agua de Río
Paso Real No. 2
Parte Media
San Isidro / Matagalpa

MP-AA-136

2002-07-29

9 h 27

2002-07-29

2002-08-07

2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Limite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	4.38
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Limite de detección

<Id: El valor está por debajo del limite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando Lopéz G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE PE-58
Pista de Fumigación - Hacienda San Benito
LOCALIDAD Sébaco / Matagalpa
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-137
FECHA DE MUESTREO 2002-07-29
HORA DE MUESTREO 9 h 39
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-29
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-08-07
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg.l ⁻¹	2.49
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg.l ⁻¹	6.12


Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
Jº Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua

Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni

CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

LOCALIDAD

IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA DE MUESTREO

HORA DE MUESTREO

FECHA DE RECEPCIÓN

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS

FECHA DEL REPORTE

Agua

Agua Subterránea

La Majadita PP-42

San Isidro-Matagalpa /

La Majadita San Isidro

MP-AA-138

2002-07-02

12 h 10

2002-07-02

2002-07-11

2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	9.21
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	8.94

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.

2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Lic. Julio Lacayo M.

Investigador-Analista

Lic. Armando Lopéz G.

J^o Depto. de Micropoluentes

Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)

Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA

FUENTE

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

LOCALIDAD

IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA DE MUESTREO

HORA DE MUESTREO

FECHA DE RECEPCIÓN

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS

FECHA DEL REPORTE

Agua

Agua Subterránea

Comunidad

La Majadita

San Isidro-Matagalpa

MP-AA-139

2002-07-29

10 h 30

2002-07-29

2002-08-07

2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	7.23
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	9.99

Claves

ld: Límite de detección

<ld: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J° Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	La Lagunita
LOCALIDAD	San Isidro - Matagalpa
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-140
FECHA DE MUESTREO	2002-07-29
HORA DE MUESTREO	11 h 00
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-29
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-08-07
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	10.80
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	1.26

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J^o Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Río Grande de
Matagalpa, Parte Media
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa / Río Grande
Matagalpa, La Chimpinilla
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-141
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 9 h 45
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-24
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	< Id
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	1.02

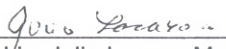
Claves


Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J^o Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cable.net.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:



MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González

RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Río Grande de Matagalpa
Después del Poblado de Sébaco
LOCALIDAD Sébaco-Matagalpa/Río Grande de
Matagalpa, El Limón
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-142
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 12 h 25
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-24
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	< Id
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

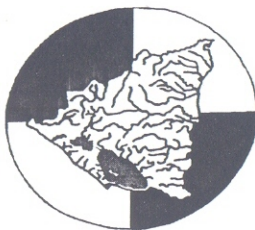
- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Julio Lacayo M.
Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

Armando López G.
Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	PP-Comunal
	Río Nuevo No. 2
LOCALIDAD	Sébaco-Matagalpa/Comunidad
	Río Nuevo No. 2
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-143
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	13 h 35
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-07-11
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	1.49
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id


Claves


Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista


Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cable.net.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	PP-12 Comunidad Sabana Verde
LOCALIDAD	Ciudad Darío - Matagalpa/ Sabana Verde
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-144
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	16 h 55
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-07-11
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	2.38
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Julio Lacayo M.

Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

Armando López G.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE PE-83
La Tunas
LOCALIDAD Cuidad Darío - Matagalpa /
Las Tunas
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-145
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 17 h 20
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	3.69
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	12.57

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

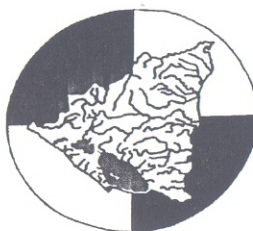
- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Julio Lacayo M.
Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

Armando López G.
Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua Subterránea
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE PP-INAA
LOCALIDAD Comunidad Santa Isabel
Cuidad Darío - Matagalpa /
Santa Isabel, Cuidad Darío
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-146
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 18 h 00
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	1.94
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	3.06

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

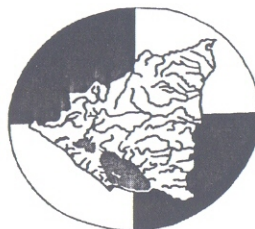
Julio Lacayo M.

Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

Armando López G.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cable.net.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982
Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.ni
CLIENTE:



MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González

RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA Agua
FUENTE Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE Río Gande de Matagalpa
Parte Baja
LOCALIDAD Cuidad Darío - Matagalpa/ Río
Grande de Matagalpa, Cuidad Darío
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO MP-AA-147
FECHA DE MUESTREO 2002-07-03
HORA DE MUESTREO 18 h 45
FECHA DE RECEPCIÓN 2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS 2002-07-11
FECHA DEL REPORTE 2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	1.32	µg. l ⁻¹	1.56
2 Plomo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.64	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Julio Lacayo M.

Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

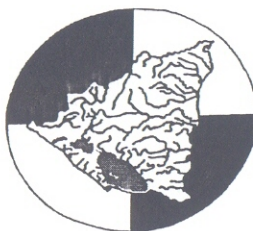
Armando López G.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cable.net.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cablenet.com.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	Puente Zanjón Negro
	No. 1
LOCALIDAD	Sébaco-Matagalpa/ Zanjón Negro No.1
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-148
FECHA DE MUESTREO	2002-07-02
HORA DE MUESTREO	16 h 04
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-02
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-08-07
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Cromo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	1.10	µg. l ⁻¹	< Id
2 Cromo hexavalente	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.15	µg. l ⁻¹	< Id

Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.

Julio Lacayo M.

Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

Armando López G.

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciraatom@cablenet.com.ni

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN
RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA (CIRA - UNAN)
Desde ENITEL Villa Fontana 400 m al Norte
TELS (505) 2 786 981; (505) 2 786 982

Apartado Postal 4598, Managua
Correo Electrónico: cirasuba@cable.net.ni
CLIENTE:

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA
Lic. Rosa Ma. González



RESULTADOS ANALÍTICOS DE METALES PESADOS

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua
FUENTE	Agua de Río
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	Zanjón Negro Pto. 2
LOCALIDAD	Sébaco-Matagalpa/ Zanjón Negro Pto. 2
IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO	MP-AA-149
FECHA DE MUESTREO	2002-07-03
HORA DE MUESTREO	15 h 30
FECHA DE RECEPCIÓN	2002-07-03
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2002-08-07
FECHA DEL REPORTE	2002-08-16

No. PARÁMETROS	Métodos	Límite de detección	Unidades	Resultados
1 Cromo total	E. Rothery. et al, 1988 ²	1.10	µg. l ⁻¹	< Id
2 Cromo hexavalente	E. Rothery. et al, 1988 ²	0.15	µg. l ⁻¹	< Id

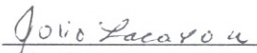
Claves

Id: Límite de detección

<Id: El valor está por debajo del límite de detección

Referencias:

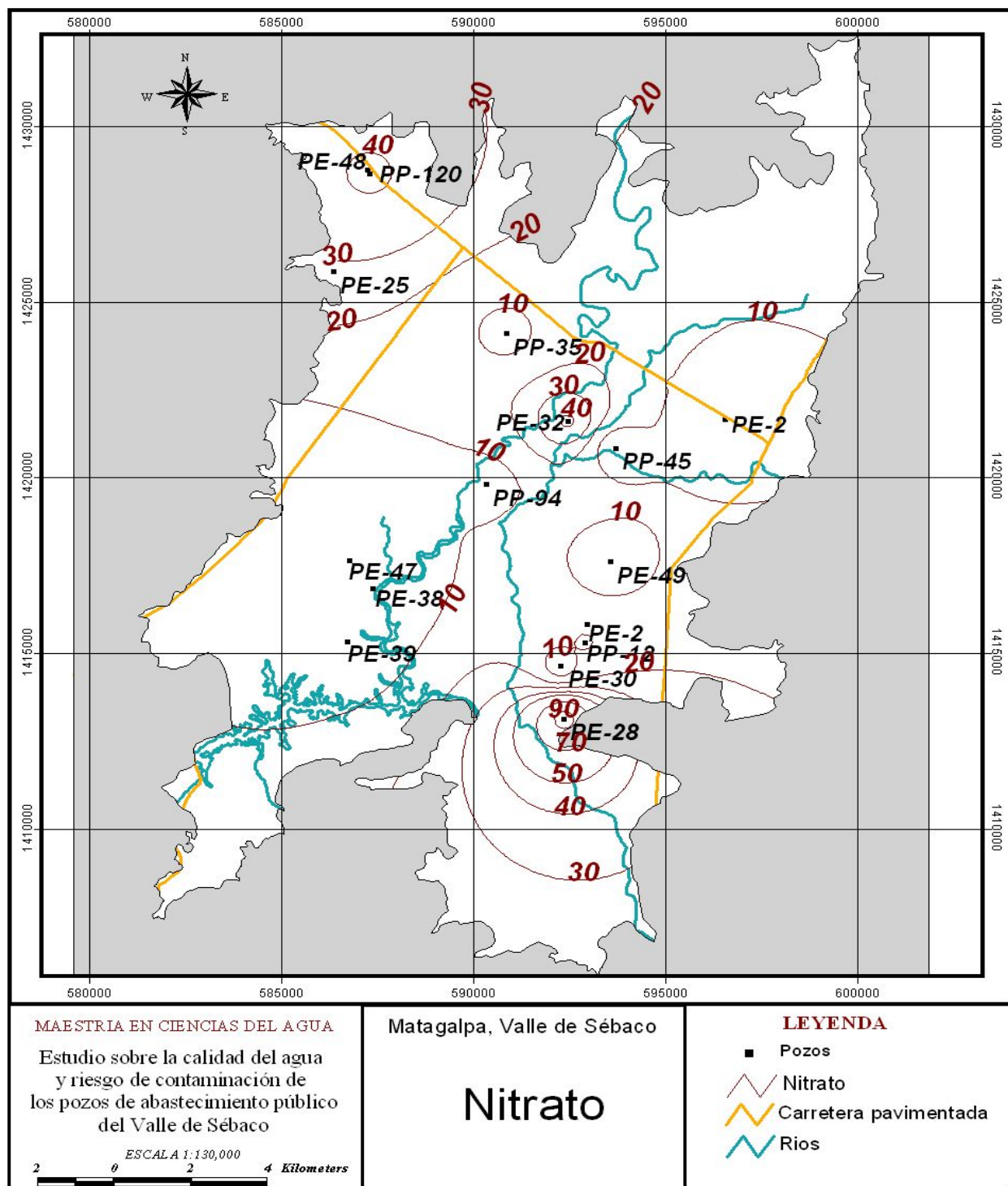
- 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
- 2 E. Rothery, 1988. Operation Manual - GTA 96, VARIAN.


Lic. Julio Lacayo M.
Investigador-Analista

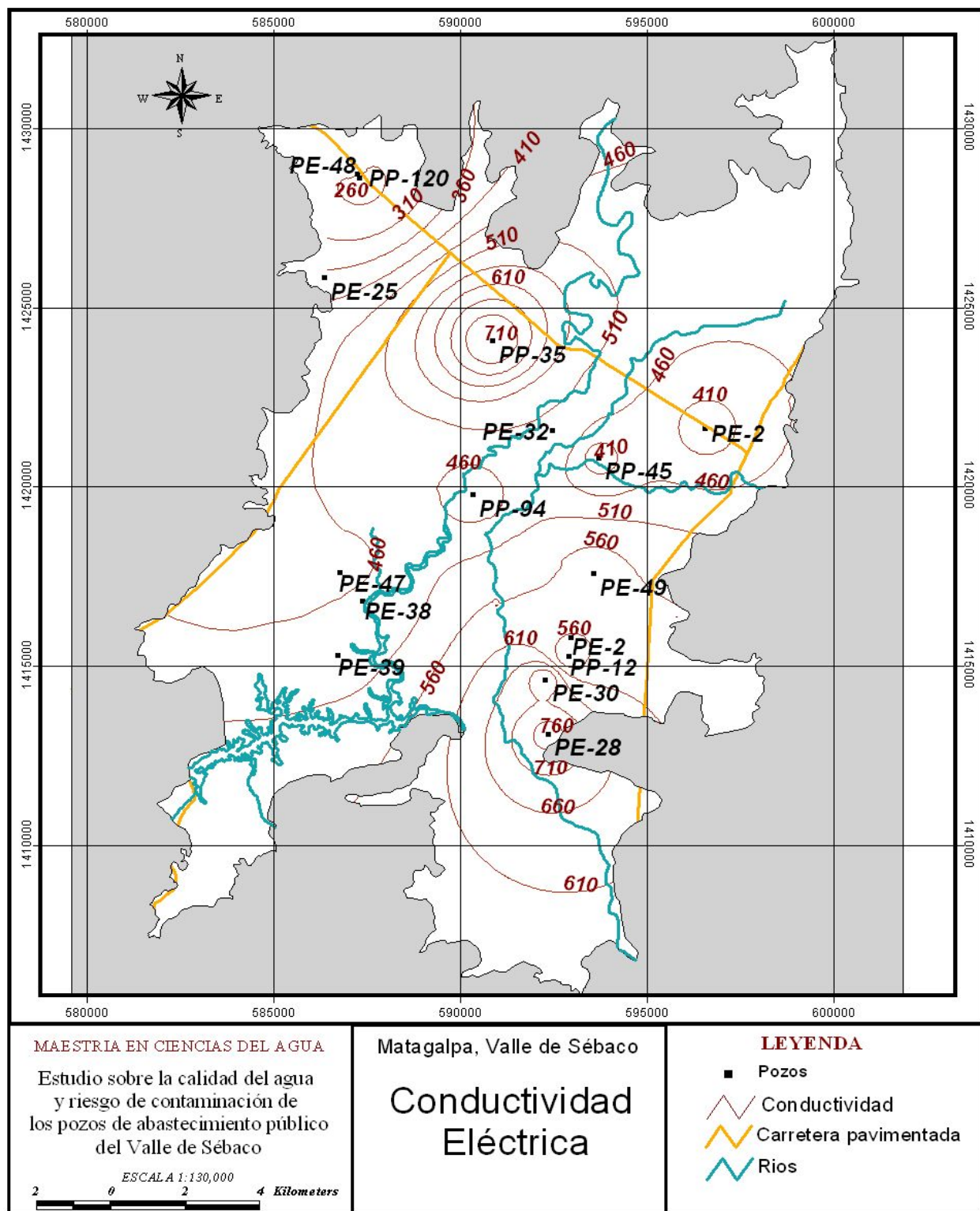

Lic. Armando López G.
J' Depto. de Micropoluentes
Correo Electrónico: ciratom@cable.net.ni

ANEXO 2

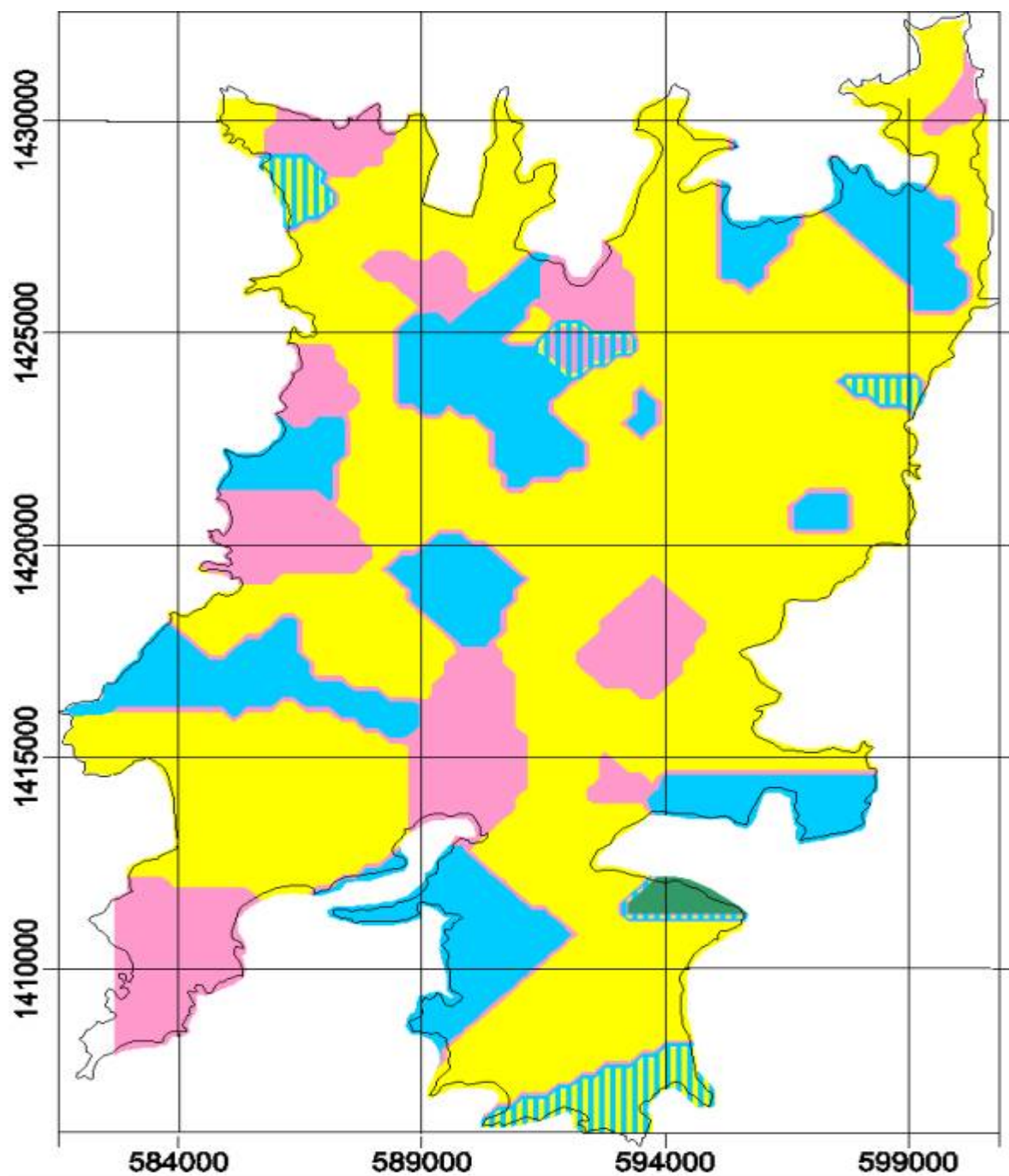
MAPA DE ISOCONCENTRACIONES DE NITRATO, CONDUCTIVIDADES
ELÉCTRICAS, HIDROQUIMICO Y HIERRO EN PERÍODOS ANTERIORES



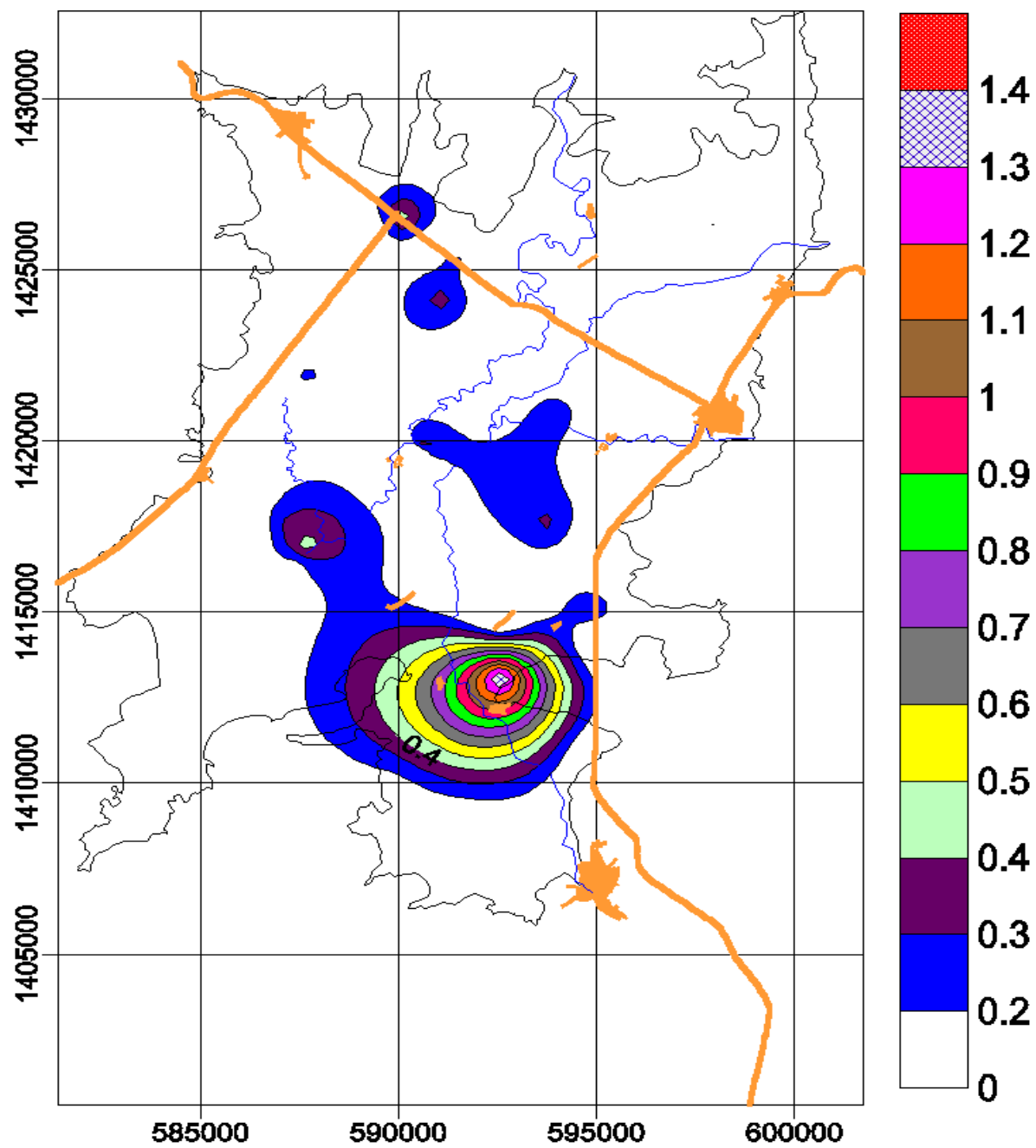
Mapa 1: Isoconcentraciones de nitrato, Valle de Sébaco 1987-2000



Mapa 2: Isoconductividades, Valle de Sébaco, 1987-2000



Mapa 3: Tipo hidroquímico Valle de Sébaco, 1987-2000



Mapa 4: Isoconcentraciones de hierro Valle de Sébaco, 1987-2000

ANEXO 3

NORMAS INTERNACIONALES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA

Tabla 1. Normas del Water Quality Standards de 1994 de los Estados Unidos de Norte América

Plaguicidas Organoclorados	Matriz agua (ng l ⁻¹)
Alfa - BHC	10,0
Beta - BHC	10,0
Delta – BHC	10,0
Lindano	10,0
Heptacloro	1,0
Heptacloro epóxido	1,0
Alfa – endosulfano	3,0
Beta – endosulfano	3,0
Aldrín	3,0
Dieldrín	1,0
Endrín	4,0
pp - DDE	1,0
pp – DDD	1,0
pp – DDT	1,0
Toxafeno	5,0

Michael Corney, 1985

Tabla 2. Normas Europeas para plaguicidas organofosforados en agua potable (ng l⁻¹)

Para cada plaguicida	100
Para la suma de plaguicidas presentes	500

Fuente: Michael Corney, 1985: European Drinking Water Standards Journal AWWW.

Tabla 3. Water Quality Criteria Summary Concentración / EPA 1994

Plaguicidas Organoclorados	Matriz Agua (ng l ⁻¹)
Alfa - BHC	3,9
Beta – BHC	14,0
Delta – BHC	19,0
Lindano	19,0
Heptacloro	0,21
Heptacloro epóxido	0,10
Alfa - endosulfano	930,0
Beta – endosulfano	930,0
Aldrín	0,13
Dieldrín	0,14
Endrín	760,0
pp – DDE	0,59
pp - DDD	0,83
pp – DDT	0,59
Toxafeno	0,73

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency. Office of Science and Technology.

Tabla 4. Parámetros Bacteriológicos

Origen	Parámetro	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
Todo tipo de agua de bebida	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestras no consecutivas
Agua en el sistema de distribución	Coliforme Total	Negativo	≤ 4	En muestras puntuales No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales
	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

Tabla 5. Parámetros Organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color Verdadero	mg l ⁻¹ (Pt – Co)	1	15
Turbidez	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12°C ; 3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12°C ;3 a 25 °C

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

Tabla 6. Parámetros Físico Químicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración de iones hidrógenos	Valor de pH	6,5 a 8,5	
Cloro residual	mg l ⁻¹	0,5 a 1,0	©
Cloruros	mg l ⁻¹	25	250
Conductividad	µs cm ⁻¹	400	
Dureza	mg l ⁻¹ CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg l ⁻¹	25	250
Aluminio	mg l ⁻¹		0,2
Calcio	mg l ⁻¹ CaCO ₃	100	
Cobre	mg l ⁻¹	1,0	2,0
Magnesio	mg l ⁻¹ CaCO ₃	30	50
Sodio	mg l ⁻¹	25	200
Potasio	mg l ⁻¹		10
Sólidos Totales Disueltos	mg l ⁻¹		1000
Zinc	mg l ⁻¹		3,0

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

- a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.
- b) Cloro residual libre
- c) 5 mg l⁻¹ en base a evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor “residual” no afecta la salud. Por otro lado cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

Tabla 7. Parámetros para sustancias no deseadas

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitratos (NO_3^{-1})	mg l^{-1}	25	50
Nitritos (NO_2^{-1})	mg l^{-1}		(1)
Amonio (NH_4)	mg l^{-1}	0,05	0,5
Hierro	mg l^{-1}		0,3
Manganeso	mg l^{-1}	0,1	0,5
Fluoruro	mg l^{-1}		0,7 – 1,5 ⁽²⁾
Sulfuro de hidrógeno	mg l^{-1}		0,05

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

(1) Nitritos: Valor máximo admisible 0,1 ó 3,0

Si se escoge el valor de 3,0 debe relacionarse el nitrato y nitrito por la fórmula:

$$\frac{[\text{NO}_2]}{\text{V. R. NO}_3} + \frac{[\text{NO}_3]}{\text{V. R. NO}_2} < 1$$

Nota: V. R. = Valor recomendado

(2) 1,5 mg l^{-1} T= 8 – 12 °C

0,7 mg l^{-1} T = 25- 30 °C

Tabla 8. Parámetros para las sustancias inorgánicas de significado para la salud

Parámetro	Unidad	Valor máximo admisible
Arsénico	mg l ⁻¹	0,01
Cadmio	mg l ⁻¹	0,05
Cianuro	mg l ⁻¹	0,05
Cromo	mg l ⁻¹	0,05
Mercurio	mg l ⁻¹	0,001
Níquel	mg l ⁻¹	0,05
Plomo	mg l ⁻¹	0,01
Antimonio	mg l ⁻¹	0,05
Selenio	mg l ⁻¹	0,01

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

Tabla 9. Parámetros para plaguicidas

Parámetro	Valor máximo admisible ($\mu\text{g l}^{-1}$)
Alacloro	20
Aldicarb	100
Aldrín / Dieldrín	0,03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0,2
DDT	2
1,2 – Dibromo – 3,3 – Cloropropano	1
2,4 – D	30
1,2 – dicloropropano	20
1,3 – dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloro epóxido	0,03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloropropano	100
2,4 – DB	100
2,4,5 – T	9
Silvex	9
Mecoprop	10

Fuente: Normas de calidad del agua para consumo humano, CAPRE 1994

Tabla 10. Interim freshwater sediment quality guidelines (ISQGs; dry weight), probable effect levels (PELs; dry weight), and incidence (%) of adverse biological in concentration ranges defined by these values.

Substance	ISQG	PEL	% =ISQG	ISQG < %<PEL	% = PEL
Acenaphthene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Acenaphthylene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Anthracene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aroclor 1254 [See polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
Arsenic	5,9 mg kg ⁻¹	17,0 mg kg ⁻¹	5	25	12
Benz(a)anthracene					
Anthracene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Benz(a)pyrene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Cadmium	0,6 mg kg ⁻¹	3,5 mg kg ⁻¹	11	12	47
Chlordane	4,50 µg kg ⁻¹	8,87 µg kg ⁻¹	2	17	70
Chromium	37,3 mg kg ⁻¹	90,0 mg kg ⁻¹	2	19	49
	1				
Chrysene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Copper	35,7 mg kg ⁻¹	197 mg kg ⁻¹	4	38	44
	1				
DDTs					

Continua tabla 10

DDD ⁺ (2,2 – Bis (p- Chlorophenyl) – 1,1, - dichloroethane; Dichloro diphenyl dichloroethane)	3,54 µg kg ⁻¹	8,51µg kg ⁻¹	3	30	85
DDE ⁺ (1,1- Dichloro – 2,2, bis (p chlorophenyl) – ethane; Diphenyl dichloro ethylene	1,42 µg kg ⁻¹	6,71µg kg ⁻¹	6	20	47

Substance	ISQG	PEL	% =ISQG	ISQG < %<PEL	% = PEL
DDT ⁺ (2,2 – Bis (p chlorophenyl) – 1,1,1 - trichloroethane)	1,19 µg kg ⁻¹	4,77 µg kg ⁻¹	8	5	59
Dibenz(a)anthracene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Dieldrín	2,85 µg kg ⁻¹	6,67 µg kg ⁻¹	1	10	60
Endrín	2,67 µg kg ⁻¹	62,4 µg kg ⁻¹	1	64	59
Fluoranthene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Fluorene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Heptachlor epoxide	0,60 µg kg ⁻¹	2,74 µg kg ⁻¹	3	12	67
Hexachlorocyclohexane [See lindane]					
Lead	35 mg kg ⁻¹	91,3 mg kg ⁻¹	5	23	42
Lindane (Hexachlorocyclohexane)	0,94 µg kg ⁻¹	1,38 µg kg ⁻¹	0	50	49
Mercury	0,17 mg kg ⁻¹	0,486 mg kg ⁻¹	8	34	36

Continua tabla 10

2- Methylanthalene

[See polycyclic aromatic
hydrocarbons (PAHs]

Naphthalene [See
polycyclic aromatic
hydrocarbons (PAHs]

Nonylphenol and its 1,4 mg kg⁻¹
ethoxylates +++...

(PAHs) [See polycyclic
aromatic hydrocarbons
(PAHs)]

PCBs) [See
polychlorinated
biphenyls (PCBs)]

PCDD/Fs) [See
polychlorinated dibenzo
p – dioxins and
polychlorinated
dibenzofurans]

Continua tabla 10

Substance	ISQG	PEL	% =ISQG	ISQG <%<PEL	% = PEL
Phenanthrene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Polychlorinated biphenyls (PCBs)					
Aroclor 1254	60 µg kg ⁻¹	340 µg kg ⁻¹ ..			
Total PCBs	34,1 µg kg ⁻¹	277 µg kg ⁻¹	4	40	50
Polychlorinated dibenzo – p-dioxins and Polychlorinated dibenzofurans	0,85 ng TEQ/kg	21,5 TEQ/kg	0 ^{##}	24 ^{##}	46 ^{##}
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)					
Acenaphthene	6,71 µg kg ⁻¹ ++	88,9 µg kg ⁻¹ \$			
Acenaphthylene	5,87 µg kg ⁻¹	128 µg kg ⁻¹			
Anthracene	46,9 µg kg ⁻¹	245 µg kg ⁻¹			
Benz(a)anthracene	31,7 µg kg ⁻¹	385 µg kg ⁻¹	13	6	38
Benzo(a)pyrene	31,9 µg kg ⁻¹	782 µg kg ⁻¹	11	16	30
Chrysene	57,1 µg kg ⁻¹	862 µg kg ⁻¹	8	14	25
Dibenz(a,h) anthracene	6,22 µg kg ⁻¹	135 µg kg ⁻¹			
Fluoranthene	111 µg kg ⁻¹	2355 µg kg ⁻¹	8	23	49
Fluorene	21,2 µg kg ⁻¹	144 µg kg ⁻¹	µg kg ⁻¹		
2- Methylnaphthalene	20,2 µg kg ⁻¹	201 µg kg ⁻¹			
Naphthalene	34,6 µg kg ⁻¹	391 µg kg ⁻¹			
Phenanthrene	41,9 µg kg ⁻¹	515 µg kg ⁻¹	4	17	44
Pyrene	53,0 µg kg ⁻¹	875 µg kg ⁻¹	7	16	32
Pyrene [See polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Toxaphene	0,1 µg kg ⁻¹		---	++	
Zinc	123 mg kg ⁻¹	315 µg kg ⁻¹	5	32	36

Fuente: Canadian Environmental Quality Guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, updated 2001

Parámetros para la calidad del agua recreativa y estética

Aguas recreacionales se refiere a aguas superficiales que son usadas principalmente para actividades en las cuales el usuario tiene contacto directo y frecuente con el agua ya sea como parte de la actividad o incidental a la actividad. Ejemplos incluyen la natación sobre el agua, andar en los rápidos, buceo y andar en velero. Los usos recreacionales secundarios incluyen andar en barco, canoa y la pesca; que generalmente tiene menos contacto frecuente entre el cuerpo y el agua.

Requisitos generales

Salud y seguridad

El agua que es usada primordialmente para propósitos recreacionales debe estar lo suficientemente libre de peligros microbiológicos, químicos y físicos por ejemplo: La pobre visibilidad para asegurar de que hay un riesgo insignificante a la salud y seguridad del usuario. Las especificaciones para el uso recreacional del agua están resumidos en la tabla tal fueron preparados por la comisión federal provincial consultivo para la salud ambiental y ocupacional que fue publicado por salud y bienestar del Canadá (1992).

Estas especificaciones tratan principalmente con los riesgos potencialmente peligrosos para la salud que están relacionados primordialmente con el uso recreativo del agua, pero también está asociado a condiciones de inconveniencia y de estética. Los riesgos de salud que están asociados con el contacto directo recreacional con el agua incluye infecciones que son transmitidas por microorganismos patogénicos y lesiones que resultan por la visibilidad deteriorada en aguas turbias. La determinación del riesgo de infección está basada en un número de factores que incluyen los resultados de asesoramientos de salud ambiental, resultados de estudios epidemiológicos, niveles de organismos indicadores y la presencia de patógenos. El muestreo y la enumeración de los indicadores microbiológicos y patógenos en aguas recreacionales también son

discutidos. Nuevas especificaciones ambientes acuáticos recreativos sanos están siendo preparados actualmente por la organización mundial de la salud cooperación de salud canadiense.

Estética

El entorno local de los cuerpos acuáticos recreativos es también muy importante por que el paisaje que lo rodea tiene un fuerte efecto visual en el goce de los lagos y ríos ya sea que la actividad es activa o pasiva tal como observar el paisaje. Los impactos en una fuente de agua viene de muchas actividades. Estas incluyen la tala de árboles, minería, desagüe de áreas pantanosas, dragas, construcción de presas, contaminación agrícola, desperdicios industriales y municipales, erosión de la tierra, construcción de caminos y el desarrollo de terrenos.

Tabla 11 Especificaciones para la calidad recreativa acuática de Canadá

Parámetro	Guías
Microbiológico	
Escherichia coli (coliforme fecal)	El promedio geométrico de por lo menos cinco muestras tomadas durante un período que no exceda los 30 días no debieran exceder 2 000 E. Coli por litro. Un segundo muestreo debe ser ejecutado cuando cualquier muestra excede los 4 000 E. Coli por litro
Enterococos	El promedio geométrico de por lo menos cinco muestras tomadas durante un período que no exceda los 30 días no deben exceder los 350 enterococos por litro. El remuestreo debe ser ejecutado cuando cualquier muestra excede 100 enterococos por litro.
Coliphagios	Los límites de los coliphagios no pueden ser especificados en este momento.
Patógenos acuáticos	Los patógenos que con más frecuencia son responsables de enfermedades asociadas con el uso recreativo del agua están descritos en salud y bienestar Canadá (1999) y son palabras científicas en latín, son lo mismo en español que en inglés, excepto el virus humano entérico.
Cianobacteria (alga verde-azul)	Los límites no han sido especificados. Salud Canadá está en el proceso de desarrollar una guía numérica para microcystina que es una toxina cianobacterial. El agua con suciedad verde-azul en la superficie debe ser evitada por la claridad reducida y por la posible presencia de toxinas.

Continúa tabla 11

Parámetro	Guías
Temperatura	Las características termales del agua no deben ocasionar un incremento o disminución en la temperatura corporal profunda de los nadadores y bañistas.
Claridad	El agua debe estar lo suficientemente clara para que un disco secchi sea visible a un mínimo de 1,2 m.
Organismos inconvenientes	Las áreas de bañar deben estar libre como es posible de organismos inconvenientes que: Perjudican la salud y comodidad física de los usuarios Rinden el área inutilizable. Ejemplos comunes incluyen insectos que pican o no y organismos venenosos como la medusa.
pH	Cuando la capacidad de amortiguación del agua es muy baja: 6,5 a 8,5; un rango de 5,0 a 9,0 es aceptable.
Plantas acuáticas	Los nadadores deben evitar áreas con plantas con raíces o flotantes; crecimiento muy denso puede afectar otras actividades como la pesca y andar en barco

Continúa tabla 11

Parámetro	Guías
Estética	<p>Toda el agua debe estar libre de:</p> <p>Materiales que al asentarse pueden formar depósitos no deseables.</p> <p>Basura flotando, aceite, mugre y otros materiales.</p> <p>Substancias que producen un color, olor, sabor y turbidez inaceptable</p> <p>Substancias y condiciones o combinaciones en las que éstas concentraciones pueden producir vida acuática no deseable.</p>

ANEXO 4

GUIA DE ENCUESTAS A INSTITUCIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
CENTRO PAR LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS
DE NICARAGUA

MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

ENCUESTA A INSTITUCIONES

El centro para la investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN), está promoviendo el estudio sobre la calidad del agua y riesgo de contaminación de los pozos municipales de abastecimiento de agua potable. En este sentido la presente encuesta tiene como finalidad identificar los principales focos de contaminación en el Valle, para lo cual se solicita su valiosa colaboración.

A. DATOS GENERALES

Nombre (persona y / o Institución) _____

Fecha: _____ Departamento / Municipio _____

Coordenadas: Norte _____ Este _____

Organización _____ Particular _____

B. TIPO DE ACTIVIDAD

Industrial _____ Ganadera _____ Agrícola _____

Salud ambiental _____ Otros _____

1. ASPECTOS ESPECIFICOS PARA LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

1.1 Tipo de industria: _____

1.2 Ubicación: _____

1.3 Que tipo de químico o producto utiliza para preservar la producción _____

1.4 ¿Cuáles son los residuos o desechos que eliminan en el proceso? _____

1.5 ¿Que tipo de tratamiento reciben los desechos, con que frecuencia? _____

1.6 ¿ En caso que no se realice ningún tratamiento explique como es el proceso de eliminación? _____

1.7 ¿Cuál es el modo de producción? Artesanal _____ Industrial _____

1.8 ¿Qué tipo de materia prima utiliza en el proceso de producción? _____

1.9 ¿Qué aditivos coadyuvantes, colorantes o cualquier otro producto que usted utiliza

1.10 ¿Qué volumen de producción tiene su empresa? _____

1.11 ¿Cuántos turnos son necesarios para atender la producción _____

1.12 ¿ Está previsto aumentar la productividad en el futuro? Sí _____ No _____

Con relación a: Materia prima _____ Químico _____ Capacidad instalada _____

1.13 ¿Qué cantidad de agua utiliza para el proceso productivo? _____

Volumen promedio diario _____ Bomba propia / ENACAL _____

1.14 ¿Cuál es el producto final que su industria obtiene? _____

1.15 ¿Abastece el mercado local? Sí _____ No _____ Para la exportación Sí _____ No _____

1.16 Ubicación de la bomba, pozo o fuente de agua: _____

OBSERVACIONES _____

2. ASPECTOS ESPECÍFICOS PARA LA ACTIVIDAD GANADERA

2.1 Ubicación: _____

2.2 ¿Qué cantidad de ganado posee actualmente? _____

2.3 Si su producción es la del Queso / Leche y derivados, que cantidad produce?

2.4 ¿Cómo comercializa su producto? (interno / externo) _____

2.5 ¿A qué empresa entrega su producto? _____

2.6 ¿Su producto es comercializado en pie / destace? _____

2.7 Si es a destace explique, ¿Qué cantidad de agua utiliza? _____

2.8 ¿Dónde son depositados los desechos? _____

2.9 ¿Tienen algún tipo de tratamiento sus desechos? _____

2.10 ¿El agua utilizada para la actividad de donde es obtenida? :

- ¿Existe algún Río / Manantial ubicado dentro de su finca o área ganadera?

- Existen pozos excavados o perforados dentro o cercanos al área ganadera

Sí _____ No _____ A que distancia se encuentra _____

- ¿Servicio domiciliario de agua potable? (ENACAL) _____
- Otros (Lluvia) _____

2.11 Explique que tipo de productos veterinarios utiliza para contrarrestar las enfermedades del ganado.

2.12 ¿Qué tipo de alimento le proporciona a su ganado, de que está compuesto?

2.13 ¿Los desechos sólidos y líquidos producidos por el ganado reciben algún tipo de tratamiento?

2.14 ¿ónde son depositados y a qué distancia de la fuente de agua?

OBSERVACIONES

3. ASPECTOS ESPECIFICOS PARA LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Ubicación: _____

3.1 ¿Qué tipo de cultivo produce? _____

3.2 ¿Cuántas manzanas cultiva? _____

3.3 ¿cuántas veces cultiva al año? Anual _____, Primera _____, Postrera _____

3.4 ¿Dónde está (n) ubicado (s) los cultivos? _____

3.5 ¿Tiene asistencia técnica de alguna institución u organismo? _____

3.6 Explique el tipo de plaguicidas que utiliza en su (s) cultivo (s) _____

3.7 Explique la forma de aplicación de los plaguicidas: Mochila _____

Aéreo _____ Manual _____

3.8 ¿Utiliza agua para el riego de los cultivos? Sí _____ No _____

3.9 ¿De dónde proviene? Pozo _____ Río _____

3.10 ¿Según el tipo de cultivo que cantidad de plaguicidas utiliza por manzana?

3.11 ¿Dónde guarda los plaguicidas que utiliza? _____

3.11 ¿Cómo y dónde elimina los envases de plaguicidas vacíos? _____

3.12 ¿Cómo elimina los envases de plaguicidas? _____

3.13 ¿Qué tipo de protección utiliza cuando hace uso de plaguicidas? _____

3.14 ¿Qué tipo de productos fertilizantes o plaguicidas utiliza con más frecuencia?

3.15 ¿Dónde compra u obtiene los fertilizantes / plaguicidas? _____

3.16 ¿Alguna vez se ha intoxicado? Sí _____ No _____

3.17 ¿Con qué plaguicidas? _____

3.18 ¿Recibió algún tipo de tratamiento? _____

3.19 ¿Cuántas veces cultiva al año? _____

OBSERVACIONES: _____

3. DATOS OBTENIDOS EN LA ALCALDIA

3.1 Ubicación: _____

3.2 ¿Cuántas empresas, negocios u oficinas (gubernamentales / privadas / no gubernamentales), existen en el departamento o municipio?

3.3 ¿Cuál es la principal actividad a la que se dedica la población? _____

3.4 ¿Actualmente está desarrollando programas de conservación de suelo o proyecto de preservación del medio ambiente, Cuáles? _____

3.5 ¿Cuál es el número de población de éste municipio? _____

3.6 ¿Existe un sistema de recolección de basura? _____

3.7 ¿Dónde se deposita la basura en este municipio? _____

3.8 ¿Existe servicio de alcantarillado público en el municipio? _____

3.9 ¿Cuál es la principal problemática que enfrentan los pobladores de la zona?

OBSERVACIONES: _____

ANEXO 5

PRUEBAS DE BOMBEO

PRUEBAS DE BOMBEO EN CONDICIONES DE FLUJO NO EQUILIBRADO O FLUJO TRASIENTE.

METODO DE THEIS:

$$x \approx \frac{Q}{4\pi KD} \int_u^t \frac{e^{-y}}{y} dy \approx \frac{Q}{4\pi KD} W(u)$$

Donde:

$$u \approx \frac{r^2 s}{4KDt} \text{ y, consecuentemente } S \approx \frac{4KDtu}{r^2}$$

$s \approx$ abatimiento en m medido en un piezómetro a una distancia r en m del pozo de bombeo.

$Q \approx$ la descarga constante en m^3/day

$S \approx$ el coeficiente de almacenamiento adimensional

$KD \approx T \approx$ la transmisividad del acuífero en m^2/day

$t \approx$ el tiempo en días desde el inicio del bombeo

$$w(u) \approx -0.5772 - \ln u + u - \frac{u - u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} + \frac{u^4}{4.4!} \dots$$

$$T \approx \frac{Q}{4\pi s} [W(u)] \quad s \approx \left| \frac{Q}{4\pi T} W(u) \right| \quad || \approx \text{constante}$$

$$S \approx \frac{4Tut}{r^2} \quad \frac{r^2}{t} \approx \left| \frac{4T}{S} u \right| \quad || \approx \text{constante}$$

Se utiliza curva patrón en escala $\log W(u) \rightarrow \log \frac{1}{u}$ y se grafican los datos de la prueba de bombeo en papel log – log en la misma escala que la curva patrón. Los datos de campo pueden graficarse de 3 formas:

- 1) $\log s \rightarrow \log t/r^2$
- 2) $\log s \rightarrow \log t$
- 3) $\log s \rightarrow \log r$

METODO DE JACOB

De la ecuación de Theis: $s \approx \frac{Q}{4\pi T} \left(-0.5772 - \ln u + u + \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} + \frac{u^4}{4.4!} + \dots \right)$

Si u es pequeño ($u < 0.01$), los términos después de $\ln u$ en las series de la ecuación anterior se hacen despreciables y la ecuación puede expresarse:

$$s \approx \frac{Q}{4\pi KD} \left(-0.5772 - \ln \left(r^2 s / 4KDt \right) \right)$$

Y arreglándola para logaritmo decima, la ecuación se reduce a:

$$s \approx \frac{2.30Q}{4\pi KD} \log \frac{2.25KDt}{r^2 S}$$

Para un pozo de observación a dos tiempos diferentes $t_2 > t_1$ se tendrías $s_2 > s_1$ y:

$s_1 - s_2 \approx \Delta s \approx \frac{2.30Q}{4\pi KD} \log(t_2 - t_1) \Rightarrow T \frac{0.183Q}{\Delta s} \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$, y si se toman deliberadamente t_2 y t_1 un (1) ciclo logarítmico aparte, la ecuación queda:

$$T \frac{0.183Q}{\Delta s}, \text{ o } T \approx \frac{2.30Q}{4\pi \Delta s}$$

Sí:

$$s \approx 0 \approx \frac{2.30Q}{4\pi KD} \log \frac{2.25KDt}{r^2 S} \Rightarrow \frac{2.25KDt}{r^2 S} \approx 1 \Rightarrow$$

$$S \approx \frac{2.25KDt_o}{r^2}$$

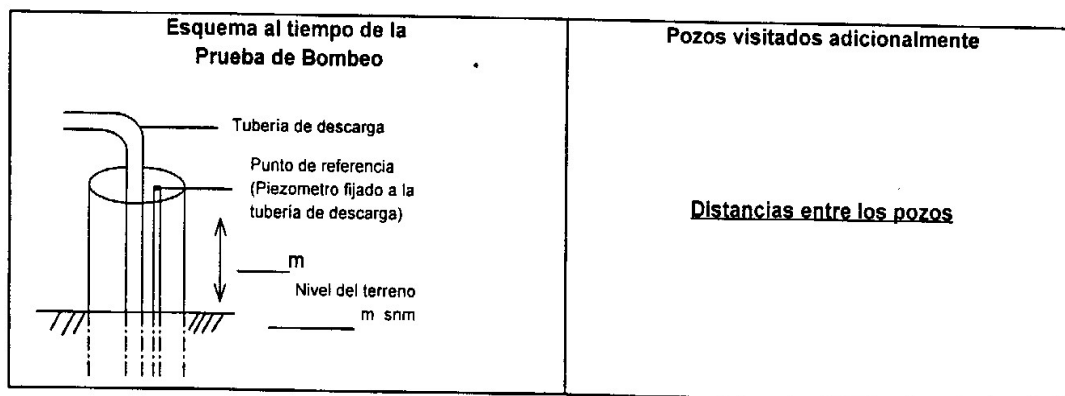
Se grafica en semilogarítmico con los datos de abatimiento en la escala aritmética, y en la escala logarítmica se puede graficar: $t, r, t/r^2$, o sea:

$$1) s \rightarrow \log t/r^2 \Rightarrow T \approx 2.30Q/(4\pi \Delta s), S \approx 2.25KD(t/r^2)_0$$

$$2) s \rightarrow \log t \Rightarrow T \approx 2.30Q/(4\pi \Delta s), S \approx 2.25KD t_0/r^2$$

$$3) s \rightarrow \log r \Rightarrow T \approx 2.30Q/(2\pi \Delta s), S \approx 2.25KD t/r_0^2$$

Pozo No.: S-1

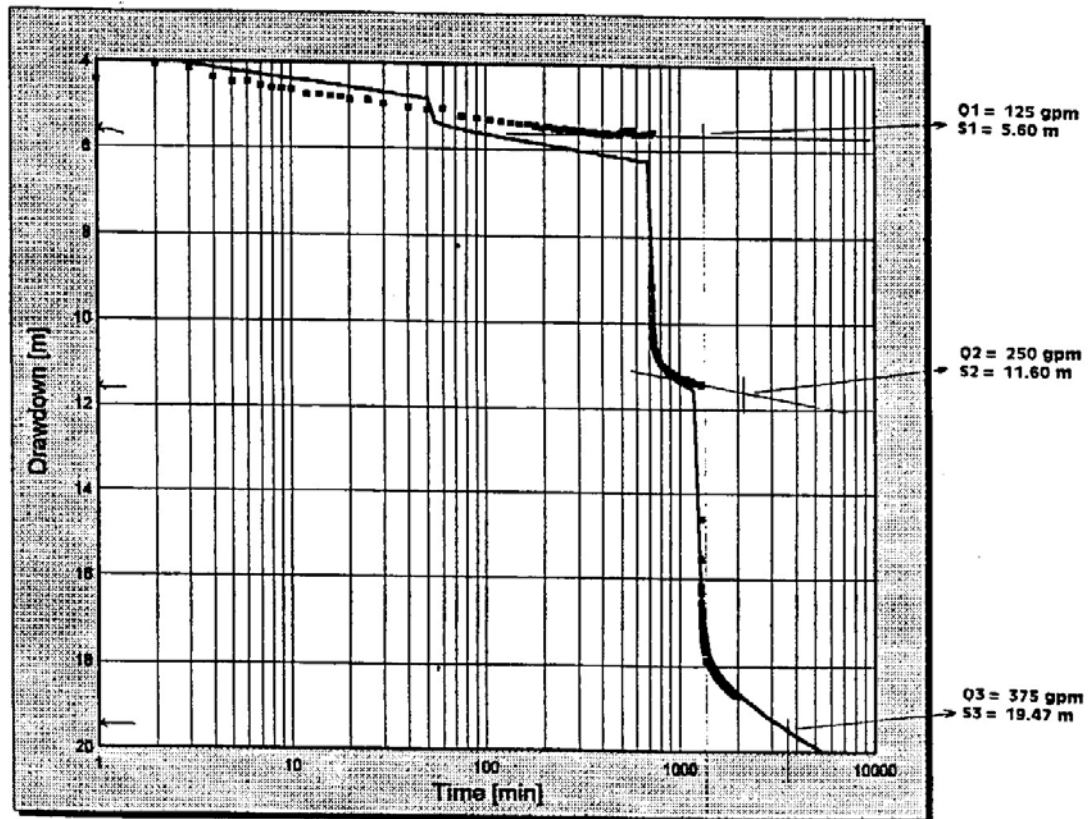
Realización de la prueba de bombeo: 26. - 28.12.97

Escalón	Caudal (m³/h)	Nivel dinámico debajo del terreno (m)	Rebajamiento (m)	Duración del escalón (h)	Contenido de arena en ppm después de				
					2	5	10	15	20
					Minutos				
1	30.77	38.81	5.59	12:00					
2	56.87	44.64	11.42	9:30					
3	85.16	51.93	18.71	12:00					
			Total	33:30					

Rebajamiento residual de: _____ m después de: _____ horas de recuperación.

Prueba de Bombeo del Pozo S-1

Pumping Test			
Well Ident	Description		
SB-1	POZO DE PRUEBA SB-1 , PRUEBA ESCALONADA.		
Obs. Well Distance (m)	Average Pump. Rate (m ³ /day)	Duration (min)	Initial Sat. Thickness (m)
0.13	255.2015	2010.000	78.78
			Results
Transmissivity (m ² /day)	Storage Coefficient	Leakance (1/day)	Estimation Error (m)
219.6187			0.39
Fit Method	Jacob Method		

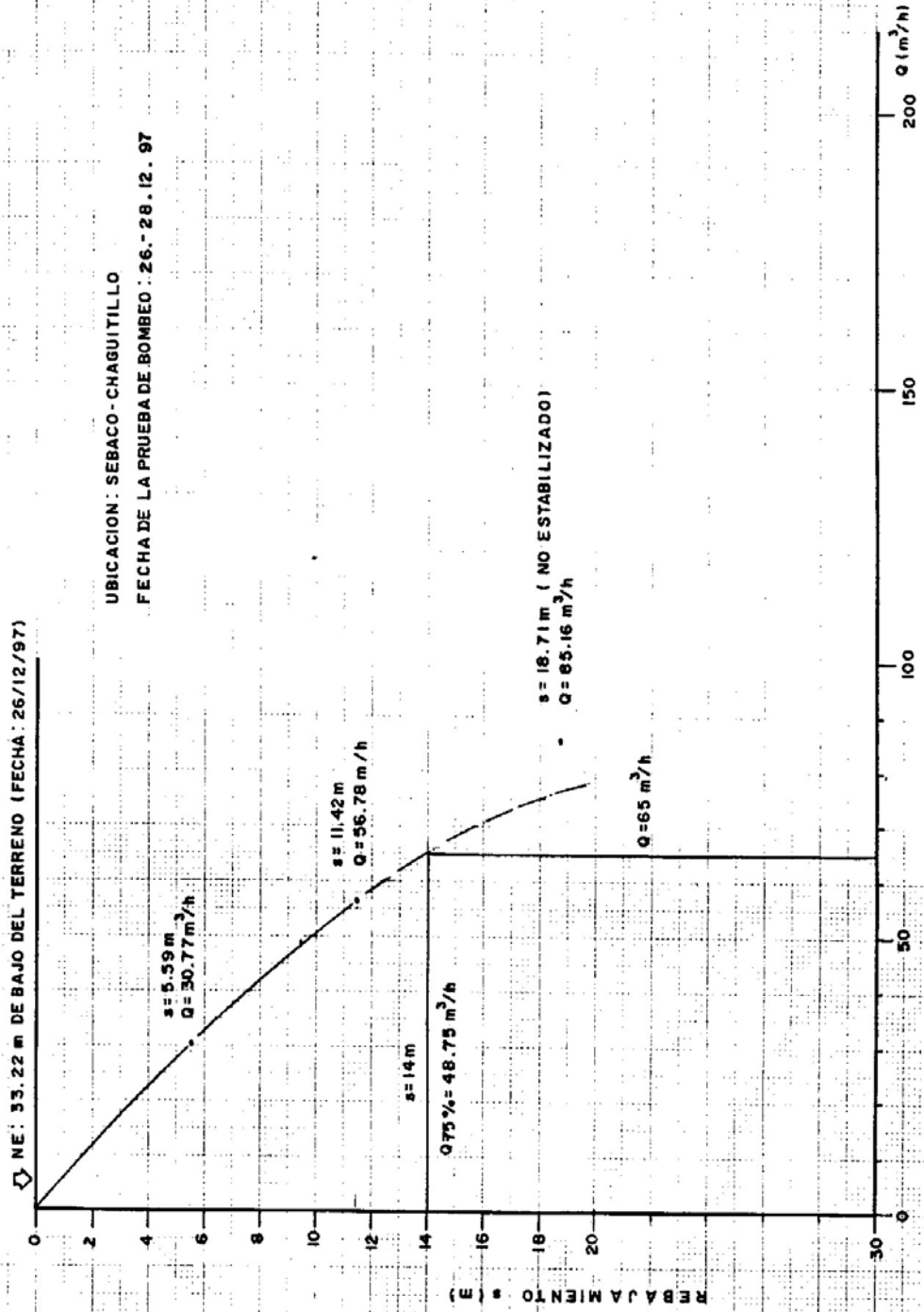


CAUDAL CARACTERISTICO DEL POZO No. S-1

NE: 33.22 m DEBAJO DEL TERRENO (FECHA: 26/12/97)

UBICACION: SEBACO - CHAGUITILLO

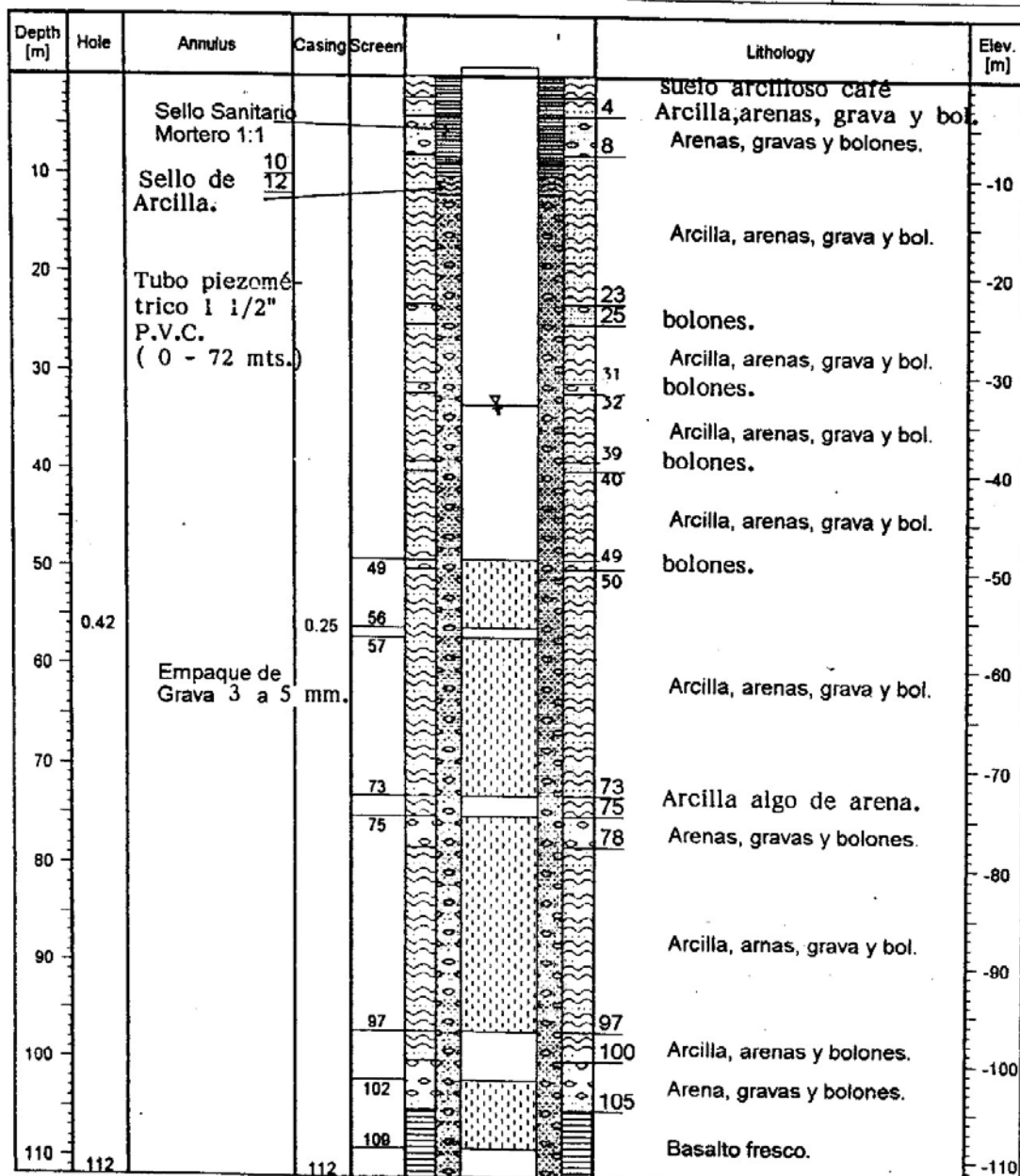
FECHA DE LA PRUEBA DE BOMBEO: 26.12.97



Anexo S-7: Pozo S-1

WELL LOG			
Well Ident S -1		Description Pozo Prueba Sébaco 1- MAJICO	
Drill. Method Rotación DK-40 93-18		Drill. Dates 1 al 12/12/97	
X 600	Y 1426	Z	Meas. Pt. Elev. 1.00

Water Level (MSL) 33.22	Level-Date 26/12/97	Scales (1: xxx)	
		Vertical	Horizontal



ANEXO 6

LISTA CANADIENSE APLICACIÓN DEL SISTEMA ABC

La lista Canadiense

Aplicación del sistema ABC

En Quebec, la aplicación de este sistema ABC es teóricamente muy sencillo. Para cada una de las sustancias desglosadas en la lista, existen valores topes que determinan tres niveles de intervención y que se describen a continuación:

- A** El valor A representa los niveles de contaminación de base, que vienen siendo los tipos y concentraciones de contaminantes encontrados naturalmente, como por ejemplo ciertos metales, aceites y grasas. Además delimitan los niveles de detección con respecto a los productos químicos orgánicos de fabricación humana.
- A-B** Un nivel entre A y B indica una contaminación leve del suelo o del agua subterránea. A este nivel de contaminación, el agua subterránea todavía satisface las normas y los criterios de calidad para el agua potable. Sin embargo, se justifica investigar algunas de las posibles fuentes de contaminación y sobre todo en el caso del nivel freático, determinar si nuevos contaminantes están entrando al agua. Esto puede conducir a una intervención en el suelo, especialmente si el agua se utiliza para tomar. Por lo general, al nivel de contaminación A-B, no se intenta hacer una descontaminación. Si se da un nuevo uso a la tierra, particularmente para propósitos considerados sensibles, ejemplo: Desarrollar los suelos de la superficie para un sector residencial o agrícola, sería importante adoptar ciertas medidas de protección, como excavar una capa superficial de suelo o agregar una capa de suelo limpio.
- B** El valor B indica la necesidad de realizar análisis completos.
- B-C** En el nivel B-C hay contaminación del suelo o del agua subterránea. La contaminación del agua subterránea excede las normas de calidad para el agua potable. Aunque el suelo esté contaminado, esto no amerita una descontaminación en todos los casos a menos que pone en peligro la calidad del agua subterránea. Cuando se observa este nivel de contaminación en el suelo, se pueden aplicar restricciones sobre el uso de la tierra. El trabajo de remediación puede ser necesario antes de utilizar la tierra para fines agrícolas, residenciales o de recreo. Se pueden contemplar usos comerciales o industriales sin necesidad de llevar a cabo procesos de descontaminación. En todos los casos, la magnitud del trabajo que se realice, ejemplo la profundidad de excavación del suelo, etc., depende de la naturaleza de los contaminantes, del uso de la tierra, del impacto en el agua subterránea y del ambiente en general.

C El valor C es un nivel que indica una posible necesidad de realizar acciones remediables de inmediato. En este valor o por encima del mismo, hay contaminación del suelo o del agua subterránea. El agua subterránea no se puede utilizar para consumo humano.

Las concentraciones y muchos de los contaminantes están por encima de las normas aplicadas a la red de alcantarillado de aguas pluviales. Hay una grave contaminación del agua y ésta requiere un monitoreo constante. Todo uso para la tierra en esta categoría tendrá restricciones. Será necesario realizar un análisis detallado y la rehabilitación solo se observa una vez que haya habido una remediación.

Tabla 4.12. Criteria for ascertaining the contamination of soil and ground water in the Province of Quebec, Canada (19).¹

Component	Soil (mg / kg dry matter)			Ground water (µg / L)		
	A	B	C	A	B	C
<u>I-Heavy metals</u>						
Arsenic	10	30	50	5	50	100
Barium	200	500	2000	50	1000	2000
Cadmium	1.5	5	20	1	5	20
Chrome	75	250	800	15	40	500
Cobalt	15	50	300	10	50	200
Copper	50	100	500	25	50	1000
Lead	50	200	600	10	50	100
Mercury	0.2	2	10	0.1	0.5	1
Molybdenum	2	10	40	8	20	100
Nickel	50	100	500	10	250	1000
Selenium	1	30	10	1	10	50
Tin	5	50	300	10	30	150
Silver	2	20	40	5	50	200
Zinc	100	500	1500	50	5000	10000
<u>II-Mineral Pollutants</u>						
NH ₄ (as N)	-	-	-	200	500	1500
Br (dissolved)	-	-	-	100	500	2000
Br (free)	20	50	300	-2	-2	-2
CN (free)	1	10	100	40	200	400
Cn (Total)	5	50	500	40	200	400
F (dissolved)	-	-	-	30	1500	4000
F (free)	200	400	2000	-2	-2	-2
PO ₄ (in P)	-	-	-	50	100	700
NO ₃ (in N)	-	-	-	10	10000	-
NO ₂ (in N)	-	-	-	20	1000	-
Sulfide (H ₂ S)	-	-	-	10	50	500
S total	500	1000	2000	-	-	-
Cl	-	-	-	200	-	-
<u>III-Monocyclical Aromatic Volatile Compounds (MAVCs)</u>						
Benzene	0.1	0.5	5	0.5	1	5
Ethylbenzene	0.1	5	50	0.5	50	150
Toluene	0.1	3	30	0.5	50	100
Chlorobenzene	0.1	1	10	0.1	2	5
1,2 dichlorobenzene	0.1	1	10	0.1	2	5
1,3 dichlorobenzene	0.1	1	10	0.1	2	5
1,4 dichlorobenzene	0.1	1	10	0.1	2	5
Xylenes	0.1	5	50	0.5	20	60
Styrene	0.1	5	50	0.5	40	120
BIEX Summation)	0.1	-	-	-	-	-

Tabla 4.12 cont. Criteria for ascertaining the contamination of soil and ground water in the Province of Quebec, Canada (19).¹

Component	Soil (mg / kg dry matter)			Ground water (µg / L)		
	A	B	C	A	B	C
<u>IV – Phenolic Compounds</u>						
Nonchlorinated (each) ⁴	0.1	1	10	1	3	20
Chlorophenols (each) ⁴	0.1	0.5	5	1	2	5
(summation) ⁵	0.1	1	10	1	4	10
<u>V - Polycyclic aromatic Hydrocarbons (PAHs)</u>						
Benzo (a) anthracene	0.1	1	10	0.1	0.5	2
1,2 benzanthracene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
7,2 dimethyl Dibenzo (a, h) anthracene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Chrysene	0.1	1	10	0.1	1	5
3-methylchloranthrene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Benzo(b) fluoranthene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Benzo(j) fluoranthene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Benzo(k) fluoranthene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Benzo (g,h,i) perylene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Benzo(c)phenanthrene	0.1	1	10	0.1	0.5	2
Pyrene	0.1	10	100	0.2	7	30
Benzo(a) pyrene	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Dibenzo(a,h) pyrene	0.1	1	10	0.1	1	5
Dibenzo(a,i) pyrene	0.1	1	10	0.1	1	5
Dibenzo(a,l) pyrene	0.1	1	10	0.1	1	5
Indeno (1,2,3,c,d) pyrene	0.1	1	10	0.1	1	5
Acenaptene	0.1	10	100	0.5	20	30
Acenaphtylene	0.1	10	100	0.5	10	20
Anthracene	0.1	10	100	0.2	7	20
Fluoranthene	0.1	10	100	0.1	2	10
Fluorene	0.1	10	100	0.1	2	10
Naphtalene	0.1	5	50	0.2	10	30
Phenanthrene	0.1	5	50	0.1	1	5
PAHs (summation) ⁵	1	20	200	0.2	10	50

Tabla 4.12 cont. Criteria for ascertaining the contamination of soil and ground water in the Province of Quebec, Canada (19).¹

Component	Soil (mg / kg dry matter)			Ground water (µg / L)		
	A	B	C	A	B	C
VI - Chlorinated Hydrocarbons (CHs)						
Aliphatics CH ⁴						
(each)	0.3	5	50	1	10	50
(summation)	0.3	7	70	1	15	70
Chlorobenzene ⁴						
(each)	0.1	2	1	0.3	2	5
(summation)	0.1	4	20	0.3	4	10
Hexachlorobenzene	0.1	2	10	0.1	0.5	2
Polychlorinated biphenyls	0.1	1	10	0.1	0.2	1
Chlorodibenzo-p-dioxines	-	-	-	-	-	-
2,3,7,8 Tetra chlorodibenzo-p-dioxines	-	-	-	-	-	-
Chlorodibenzofuranes	-	-	-	-	-	-
VII - Pesticides						
a) Organochlorinated						
Aldrine+Dedrin	-	-	-	0.05	0.7	2
Chlordane (total)	-	-	-	0.05	0.7	2
DDT	-	-	-	0.05	30	60
Endrine	-	-	-	0.05	0.2	0.5
Exposide of hepraclor	-	-	-	0.05	3	5
Lindane	-	-	-	0.05	4	10
Methoxychlore	-	-	-	0.05	100	200
b) Carbamates						
Carbaryl	-	-	-	0.05	70	150
Carbofurane	-	-	-	0.05	70	150
c) Derivates of chloropenoxy carboxylic acids						
2-4-D	-	-	-	0.05	100	200
2,4,5,TP	-	-	-	0.05	10	20
d) Organophosphoric						
Diazinon	-	-	-	0.05	14	30
Fenitrothion	-	-	-	0.05	7	20
Parathion	-	-	-	0.05	35	70
Parathion-methyl	-	-	-	0.05	7	20
e) Derivates of pyridylum						
Diquat	-	-	-	0.05	50	100
Paraquat	-	-	-	0.05	70	20
f) Trichloroacetates						
Piclorame Pesticides	-	-	-	0.05	1	2
(summation) ⁵	0.1	2	20	0.05	100	200

Tabla 4.12 cont. Criteria for ascertaining the contamination of soil and ground water in the Province of Quebec, Canada (19).

Component	Soil (mg / kg dry matter)			Ground water (µg / L)		
	A	B	C	A	B	C
VIII – Indicatory Parameters						
Phenolic compounds by colorimetry ⁴	0.1	1	10	1	2	5
Gasolina	100	150	800	1000	1500	3000
Mineral oils/grease	100	1000	5000	100	1000	5000

¹ Criterion (A) concerning ground water for elements in Groups I has been evaluated according to the average value of natural concentrations found in Quebec ground water, by compiling findings from more than 25 sampling sites located in 12 Quebec municipalities, with input from the Quebec laboratory and the Direction des eaux suoterraines et de consommation. An average of findings for soil analyses drawn from a ministere de l'Energie et des Ressources data bank examined.

N.A. ≈ not applicable. “-” ≈ no criteria available as of 15 Feb. 1988

² In aqueous environments, so – called “free” forms are dissolved.

³ Summative criteria respecting BTEXs (benzene, toluene, xylene) to come.

⁴ See the remarks section below.

⁵ The sum of content detected for each compound in individual doses.

Table 4.12 Remarks:

(A) Non – chlorinated phenolic compounds The following compounds are considered in this category: 2,4 – dimethylphenol, 2,4 – dinitrophenol, 2- methyl- 4,6- dinitrophenol, 2 – nitrophenol, 4- nitrophenol, phenol and cresol (ortho, para, meta).

(B) Chlorophenols: The following compounds are considered in this category: ortho – chlorophenol, meta-chlorophenol, para-chlorophenol, 2,6 – dichlorophenol, 2,5 – dichlorophenol, 2,4 – dichlorophenol, 3,5 – dichlorophenol, 2,3 – dichlorophenol, 3,4 – dichlorophenol, 2,4,6 – trichlorophenol, 2,3,6 – trichlorophenol, 2,4,5 – trichlorophenol, 2,3,5 – trichlorophenol, 2,3,4 – trichlorophenol, 3,4,5 – trichlorophenol, 2,3,5,6 – tetrachlorophenol, 2,3,4,5 – tetrachlorophenol, 2,3,4,6 – tetrachlorophenol, and pentachlorophenol.

(C) Volatile chlorinated aliphatic hydrocarbons: This category includes the following compounds: Chloroform, Dichloro-1,1 – ethane, dichloro-1,2- ethane, dichloro-1,1- ethene, dichloro-1,2-ethene, dichloromethane, dichloro-1,2- propane, dichloro-1,2- propene (cis and trans), tetrachloro-1,1, 2,2- ethane, tetrachloro ethane, carbon tetrachloride, trichloro-1,1,1- ethane, trichloro-1,1,2-ethane, and trichloroethene.

(D) Chlorobenzenes: Trichlorobenzenes (all isomers), tetrachlorobenzenes (all isomers) and pentachlorobenzene.